ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1938.

PRÉSIDENCE DE M. AIMÉ COTTON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. A. **Lacroix** fait hommage à l'Académie des tomes III et IV de ses *Figures de Savants* ayant pour sous-titre *L'Académie des Sciences et l'Étude de la France d'Outre-mer de la fin du* XVIIe *siècle au début du* XIXe.

Cet Ouvrage est la reproduction, avec des additions et un mode de présentation un peu différent, des trois Notices historiques lues devant l'Académie en 1932, 1934 et 1936. Il a pour but de mettre en évidence le rôle important joué par les Membres et Correspondants de l'Académie dans l'étude scientifique de nos colonies.

Il renferme 97 planches reproduisant des portraits ou des autographes des principaux personnages étudiés.

L'imprimerie Gauthier-Villars a donné ses soins habituels à cette publication, particulièrement dans la reproduction de documents anciens dont la conservation n'était pas toujours parfaite.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la radiation jaune du ciel nocturne.* Note (1) de MM. **Jean Cabannes** et **Jean Dufay**.

1. Le spectre du ciel nocturne est caractérisé par la raie verte et les deux raies rouges de l'oxygène atomique et par une radiation jaune, d'origine inconnue, dont l'intensité est comparable à celle des raies de l'oxygène.

---

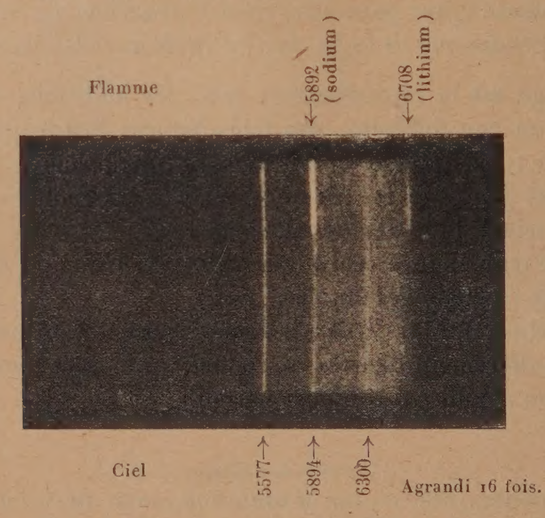
(1) Séance du 17 janvier 1938.

Découverte par Slipher, cette radiation a été observée par plusieurs auteurs qui ont établi sa présence permanente dans la lumière du ciel nocturne et lui ont attribué les longueurs d'onde :

W.-M. Slipher..........	1929 (²)	5892 Å
J. Dufay................	1932 (³)	5892,5
L. A. Sommer..........	1932 (⁴)	5888
J. Cabannes............	1934 (⁵)	5888
L. Végard et Tönsberg...	1935 (⁶)	5885

La discordance de ces déterminations rendait illusoire toute tentative d'identification.

2. Nous avons cherché à améliorer la mesure en utilisant les nombreuses photographies faites à Montpellier en 1935-1936-1937 avec le spectrographe ouvert à F/0,7 qui a déjà été décrit [7]. Cet appareil donne d'excellentes photographies de la radiation jaune (figure ci-dessous), soit au



Agrandi 16 fois.

crépuscule, soit pendant la nuit. Les temps de pose peuvent varier d'une demi-heure à plusieurs heures. Les plaques panchromatiques « Ilford

(²) *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, **61**, 1929, p. 263.
(³) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1897; *Journal de Physique*, **4**, 1933, p. 221.
(⁴) *Zeitschrift für Physik*, **77**, 1932, p. 374.
(⁵) *Journal de Physique*, **5**, 1934, p. 601.
(⁶) *Zeitschrift für Physik*, **94**, 1935, p. 413.
(⁷) J. Cabannes, *Helvetica Physica Acta*, **8**, 1935, p. 405.

hypersensitive » et « Eastman F type I » donnent des résultats comparables. Sur nos clichés l'intervalle compris entre les raies 5853 et 5903 Å du néon recouvre 83$^{\mu}$; le centre de gravité de la radiation jaune, dont la largeur ne dépasse pas 20$^{\mu}$, peut être pointé à 1$^{\mu}$ près; l'erreur sur la longueur d'onde est donc inférieure à $\pm$ 1 Å. On trouve

$$5894 \pm 1 \text{ Å}.$$

D'autre part nous observons, entre cette radiation et la raie verte des aurores 5577 Å, une réelle différence d'aspect : tandis qu'en 5577 apparaît une arête aiguë, l'intensité décroît lentement de part et d'autre de 5894. Cet aspect est caractéristique d'une structure complexe. L'enregistrement du spectre au microphotomètre (on peut amplifier 70 fois) montre que la largeur de la raie 5894, mesurée à mi-hauteur, est supérieure à celle des raies 5577 et 6300; la présence, de part et d'autre de 5894, de deux raies distantes de quelques angströms explique bien cette différence [8].

3. La radiation jaune du ciel nocturne est donc réellement très voisine des deux raies D du sodium et elle est probablement complexe. Toutefois l'émission par les atomes de sodium interstellaire semble pouvoir être mise hors de cause [3]. Les variations d'intensité d'une nuit à l'autre témoignaient déjà d'une origine atmosphérique. Celle-ci se trouve confirmée par les observations récentes de Garrigue [9] : la radiation s'affaiblit dans le rapport de 3 à 2 lorsqu'on passe de l'horizon au zénith.

Si étrange qu'elle puisse paraître, l'hypothèse d'une émission par des atomes de sodium dans la haute atmosphère ne doit pas être écartée *a priori*. On a obtenu le spectre reproduit ci-contre en éclairant une partie de la fente avec la flamme de l'alcool salé. L'ensemble des deux raies D, que notre spectrographe ne sépare pas, a même aspect que la radiation du ciel et se trouve sensiblement dans son prolongement; il est cependant décalé de 1 ou 2$^{\mu}$ du côté des petites longueurs d'onde, ce qui indique une différence $\Delta\lambda$ de l'ordre de 1 Å.

La transition $^2P_{1/2} \rightarrow {}^2S$, qui donne naissance à la raie D_1 ($\lambda = 5895,9$ Å), est deux fois moins probable que la transition $^2P_{3/2} \rightarrow {}^2S$, qui donne naissance à la raie D_2 ($\lambda = 5890,0$ Å). Cette dissymétrie, que nous avons

---

[8] En utilisant une fente très large au milieu de laquelle se trouvait une aiguille fine parallèle aux bords, l'un de nous avait constaté en 1932 que l'ombre de l'aiguille était plus étroite et moins nette sur 5894 que sur 5577. C'est aussi l'indication d'une structure complexe.

[9] *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 491.

observée avec un spectrographe dispersif dans notre flamme d'alcool salé, place le centre de gravité des raies D vers 5892 Å. Si donc la radiation jaune du ciel est attribuable au sodium, il faut que, dans le ciel, la raie D_2 soit au moins aussi intense que la raie D_1.

Cet aspect inhabituel a été observé dans le spectre de la comète Skjellerup passant au voisinage du Soleil ([10]). Les raies D y étaient vraisemblablement excitées par résonance. Partant de cette hypothèse et faisant intervenir l'effet Doppler-Fizeau, Adel, Slipher et Ladenburg ont montré que l'égalité approximative des deux raies résultait du petit nombre des atomes neutres de sodium.

L'étude de la structure de la radiation 5894 permettra de préciser son origine. Dans ce but nous mettons actuellement au point des mesures interférentielles.

PHYSIQUE. — *Rectification à ma Note du 4 janvier* Sur la possibilité de vérifier expérimentalement la relation $\nu = \nu_0\sqrt{1 - \beta^2}$ de la relativité restreinte. Note ([1]) de M. **Charles-Eugène Guye**.

Un examen plus attentif de la question m'a montré que la relation $\nu' = \nu_0\sqrt{1 - \beta^2}$ devrait dans le cas particulier être remplacée par $\nu' = \nu_0/\sqrt{1 - \beta^2}$. Il en résulte que les effets de relativité se compenseraient alors exactement et que les méthodes indiquées, basées sur le déplacement des raies spectrales, ne pourraient de ce fait conduire à la vérification de la relation $\nu = \nu_0\sqrt{1 - \beta^2}$ comme je l'avais cru.

M. **Ernest Esclangon** fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé *La notion de temps. Temps physique et relativité. La dynamique du point matériel.*

([10]) A. Adel, V. M. Slipher et R. Ladenburg, *Astrophysical Journal*, 86, 1927, p. 345.

([1]) Séance du 17 janvier 1938.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, sont élus membres du *Comité de la France d'Outre-mer*, institué auprès du Conseil supérieur de la Recherche scientifique : MM. **G. Perrier** (1re section), **Ch. Jacob** (2e section), **A. Chevalier** (3e section), **F. Mesnil** (4e section), **Ch. Achard** (5e section).

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats à la Chaire d'Agriculture et de Productions agricoles dans leurs rapports avec l'industrie, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers, pour la première ligne M. *A. de Cugnac* obtient 48 suffrages contre 8 à M. *P. Chouard*.

Pour la seconde ligne M. *P. Chouard* obtient 43 suffrages; il y a 1 bulletin blanc et 1 bulletin nul.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

En première ligne............ M. **Antoine de Cugnac**.
En seconde ligne............. M. **Pierre Chouard**.

Dans la formation d'une liste de candidats à la Chaire de Géologie méditerranéenne, vacante au Collège de France, pour la première ligne M. *P. Fallot* obtient 45 suffrages; il y a 1 bulletin blanc.

Pour la seconde ligne M. *E. Roch* obtient 39 suffrages; il y a 1 bulletin blanc et 1 bulletin nul.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

En première ligne................. M. **Paul Fallot**.
En seconde ligne................. M. **Edouard Roch**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° República Argentina. *Quarto Congreso nacional de Medicina. Actàs y Trabajos*, tomes I à V.

2° D'Arsonval. *Soixante-cinq ans à travers la Science*, par Louis Chauvois (présenté par M. L. Lapicque).

3° Publications de la célébration du deux cent-cinquantième anniversaire de la fondation de la *Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutschen Akademie der Naturfoscher*, à Halle, du 28 au 30 mai 1937.

4° *Verzeichnis der periodischen Schriften der Bibliothek der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutschen Akademie der Naturforscher Sitz in Halle*. Bearbeitet von Renate Rauch; mit einem Vorwort von Emil Abderhalden.

5° C. Levaditi et P. Lépine. *Les Ultravirus des maladies humaines* (présenté par M. E. Leclainche).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence presque partout de certaines séries trigonométriques*. Note de M. **Raphaël Salem**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Nous croyons intéressant d'indiquer certaines conditions suffisantes pour la convergence *presque partout* des séries trigonométriques qui, quoique se déduisant fort simplement de conditions déjà connues, ne nous paraissent pas avoir été encore signalées.

Si l'on fait exception pour les points congrus à zéro (mod 2π), les deux séries

$$\frac{a_0}{2} + a_1 \cos x + \ldots + a_n \cos nx + \ldots, \tag{1}$$

$$(a_0 - a_1)\sin\frac{x}{2} + (a_1 - a_2)\sin\frac{3x}{2} + \ldots + (a_n - a_{n+1})\sin\frac{(2n+1)x}{2} + \ldots \tag{2}$$

convergent ou divergent aux mêmes points, sous la seule condition que a_n tende vers zéro, comme on le voit immédiatement en appliquant la transformation d'Abel. Donc, sous cette condition, tout critère assurant la

convergence presque partout de la série (2) assurera la convergence presque partout de la série (1). D'autre part si la série (1) est une série de Fourier, soit $f(x)$ la fonction génératrice; on voit immédiatement que (2) est la série de Fourier de $2f(x)\sin(x/2)$.

D'où les conclusions suivantes :

1° Si (1) est une série de Fourier, et si

$$|a_0 - a_1| + 3|a_1 - a_2| + \ldots + (2n+1)|a_n - a_{n+1}| = o(n),$$

la série converge presque partout. Ceci a lieu, en particulier, on le voit facilement, si les a_n sont positifs et que na_n croît avec n.

2° Sans supposer que (1) soit une série de Fourier, sous la seule condition que a_n tende vers zéro, cette série convergera presque partout si la série

$$\Sigma (a_n - a_{n+1})^2 \log n$$

est convergente.

On arrive aux mêmes conclusions pour les séries de sinus.

On peut évidemment généraliser en employant au lieu du facteur $2\sin x/2$ qui nous a servi à passer de (1) à (2) toute autre fonction convenablement choisie pour assurer l'équiconvergence; on peut en particulier faire intervenir, au lieu des différences premières des coefficients, les différences secondes, troisièmes, etc.

Sans nous arrêter à ces généralisations, considérons la série trigonométrique générale

$$\Sigma a_n \cos nx + b_n \sin nx \quad \text{avec} \quad \lim a_n = \lim b_n = 0. \tag{3}$$

Cette série convergera presque partout si

$$\Sigma [(a_n - a_{n+1})^2 + (b_n - b_{n+1})^2] \log n$$

converge. En mettant la série sous la forme $\Sigma \rho_n \cos(nx - \alpha_n)$, la convergence presque partout est assurée par la convergence des séries

$$\Sigma (\rho_n - \rho_{n+1})^2 \log n, \quad \Sigma \rho_n^2 (\alpha_n - \alpha_{n+1})^2 \log n.$$

Grossièrement parlant la convergence presque partout est assurée quand les amplitudes et les phases varient *peu* d'un terme à l'autre.

Si M_n représente dans le plan Oxy le point de coordonnées a_n, b_n, le théorème de Kolmogoroff assure la convergence presque partout de (3) si $\Sigma \overline{OM}_n^2 \log n$ converge; la condition que nous venons d'indiquer assure la convergence presque partout si $\Sigma \overline{M_n M}_{n+1}^2 \log n$ converge, à condition que M_n tende vers O.

CALCUL FONCTIONNEL. — *Sur la variation du maximum d'une fonction.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Jacques Hadamard.

M. de Misès (1) indique une formule relative à la variation de la distance d'un point mobile à un ensemble fermé fixe et montre que le théorème de M. Mandelbrojt sur les points singuliers des fonctions analytiques est un corollaire immédiat de cette formule. L'intérêt que M. de Misès et M. Hadamard ont manifesté pour cette question me décide à y revenir, pour indiquer un théorème de calcul fonctionnel dont la formule de M. de Misès est un cas particulier.

Désignons par A un élément d'un ensemble fermé et compact E (par exemple un ensemble borné et fermé dans l'espace euclidien), par $f(A)$ une fonction de A, définie dans E et semi-continue supérieurement, et par $M = \Phi[f]$ son maximum dans E. Si $f(A)$ varie en fonction d'un paramètre λ, M devient une fonction $\varphi(\lambda)$ de ce paramètre. Proposons-nous d'étudier son accroissement, en supposant celui de $f(A)$ de la forme

$$\Delta f(A) = g(A)\,d\lambda + \omega(A, d\lambda)\,d\lambda, \tag{1}$$

$\omega(A, d\lambda)$ tendant vers zéro avec $d\lambda$, uniformément dans tout l'ensemble E, et $g(A)$ étant une fonction semi-continue inférieurement dans E [$g(A)$ et $\omega(A, d\lambda)$ dépendent en outre de λ; nous ne l'avons pas mis en évidence, considérant seulement une valeur fixe λ, tandis que $d\lambda$ varie].

Les points de E où $f(A) = M$ forment un ensemble fermé E'. Désignons par μ le maximum de $g(A)$ dans E', par k son maximum dans E, et par ε un nombre arbitrairement petit. Montrons que l'inégalité

$$\Delta\varphi(\lambda) > (\mu + \varepsilon)\,d\lambda \tag{2}$$

est impossible pour des valeurs de $d\lambda$ positives et suffisamment petites. A partir du moment où Max $|\omega(A, d\lambda)|$ (pour A quelconque dans E) est inférieur à $\varepsilon/2$, l'inégalité (2) implique l'existence de points A tels que

$$f(A) - M > \left[\mu + \frac{\varepsilon}{2} - g(A)\right] d\lambda. \tag{3}$$

Les points réalisant cette inégalité pour des valeurs de $d\lambda$ tendant vers zéro ont au moins un point d'accumulation B. Il est impossible que B soit dans E', car le premier membre de (3) étant négatif ou nul, le second

(1) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1355.

serait positif pour A assez voisin de B. Il est impossible également que B soit extérieur à E′, car le premier membre de (3), pour A assez voisin de B, aurait une borne supérieure négative, tandis que le second est supérieur à $(\mu - k)d\lambda$, expression qui tend vers zéro. L'impossibilité de (2) est donc établie.

D'autre part, même sans supposer la semi-continuité de $g(A)$, il est clair que toute valeur de $g(A)$ pour un point de E′ donne une borne inférieure du plus petit nombre dérivé à droite de $\varphi(\lambda)$. Donc *si la fonction* $g(A)$ *est semi-continue supérieurement,* $\varphi(\lambda)$ *admet une dérivée à droite égale au maximum* μ *de* $g(A)$ dans E′.

On traite de même le cas où $d\lambda$ est négatif; c'est dans ce cas la semi-continuité inférieure et le minimum de $g(A)$ qui interviennent. Par suite, *si la fonction* $g(A)$ *est continue,* $\varphi(\lambda)$ *admet une dérivée à gauche et une dérivée à droite respectivement égales au minimum et au maximum de* $g(A)$ *dans* E′, *donc égales si* E′ *se réduit à un point et en général différentes dans les autres cas.*

Mentionnons l'application évidente de cet énoncé à l'étude du module maximum $M(r)$ d'une fonction analytique $f(z)$ pour $|z| = r$; pour les valeurs de r pour lesquelles ce maximum est atteint en deux points de la circonférence, il arrive en général que l'argument du point réalisant le maximum varie brusquement d'une valeur à l'autre, et il en est de même de la dérivée de $M(r)$.

L'application au problème de minimum considéré par M. de Misès est non moins immédiate. Remarquons à propos de cet exemple que, les portions éloignées de l'ensemble E n'intervenant pas, il importe peu que E soit borné ou non. De même, dans le cas général, il suffit que les hypothèses indiquées pour cet ensemble et pour $f(A)$ soient réalisées pour un sous-ensemble où l'on soit assuré que le maximum (ou le minimum) étudié est atteint, au moins quand $d\lambda$ est assez petit.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Résolution des équations algébriques de la forme* $z^n = z - a$. Note de M. **Lucien Hibbert**, présentée par M. Paul Montel.

Soit O l'origine sur le plan complexe P. Du point O, menons les demi-axes $\overrightarrow{OA_0} \equiv \overrightarrow{Ox}$, $\overrightarrow{OA_1}$, ..., $\overrightarrow{OA_{n-1}}$ formant une étoile régulière d'angle $2\pi/n$; et appelons angle(k), l'angle : $\left[\widehat{\overrightarrow{OA_{k-1}}, \overrightarrow{OA_k}}\right]$.

Décomposons le plan P en cellules d'univalence montantes (¹) de z^n. Chacun des angles (k) est une cellule d'univalence de z^n, à la condition de considérer le côté $\overrightarrow{OA}_{k-1}$, origine de l'angle, comme la courbe $[V = \arg z^n = 0]$ de la cellule d'univalence et d'exclure le côté $\overrightarrow{OA}_k$. *Le domaine intérieur de chaque angle* (k), *auquel on a adjoint le côté origine* $\overrightarrow{OA}_{k-1}$, *est une cellule d'univalence de* z^n.

La cellule d'univalence montante unique de $(z - a)$ couvre le plan P tout entier. La courbe $[\arg(z - a) = V = 0]$ est la parallèle menée de l'affixe de a à $\overrightarrow{Ox}$.

Supposons que l'affixe de a se trouve dans l'angle (n). La courbe $[\arg(z - a) = 0]$ est alors tout entière dans le même angle.

Effectuons maintenant l'itération de la fonction $(z - a)^{1/n}$, dans les cellules $(1), (2), \ldots, (n - 1)$, à l'exception de la cellule (n) dans laquelle se trouve a, et dans chacun de ces angles en partant d'un domaine D limité aux deux côtés $\overrightarrow{OA}_{k-1}$ et $\overrightarrow{OA}_k$ de l'angle, et à un arc de circonférence tracé avec O comme centre et un rayon R plus grand à la fois que 2 et $|a|$. *Cette itération conduit à une succession de domaines emboîtés les uns dans les autres et tendant vers un point.*

On démontre en effet que les fonctions $(z - a)^{1/n}$, $[(z - a)^{1/n} - a]^{1/n}$, $[[(z - a)^{1/n} - a]^{1/n} - a]^{1/n}$, ..., où z désigne toujours un point du domaine fermé D, et la détermination des radicaux est telle que l'affixe du radical se trouve dans D, forment *une famille normale* (²) *dans* D *dont toute suite illimitée admet comme limite unique, une même constante racine de* $z^n = z - a$.

On obtient de la sorte $(n - 1)$ racines de $z^n = z - a$. Si l'affixe de a était dans l'angle (1), les $(n - 1)$ racines se trouveraient dans les angles $(2), (3), \ldots, (n)$.

En utilisant la transformation $z = ue^{\frac{2K\pi i}{n-1}}$, on peut passer de toute équation de la forme $z^n = z - a$, à une équation de même forme, dans laquelle l'affixe de a est situé dans l'angle (1) ou dans l'angle (n); et dans les deux cas, on obtient $(n - 2)$ racines au moins.

La transformation de Thirnhausen permet de ramener une équation

(¹) Cf. Lucien Hibbert, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1121.

(²) Paul Montel, *Leçons sur les familles normales*, etc., Chap. I, p. 32-33 (Collection Borel, Paris, 1927).

quelconque du troisième, du quatrième ou du cinquième degré à la forme $z^n = z - a$. Nous arrivons donc aux deux théorèmes suivants :

Théorème. — *En faisant l'itération de la fonction* $(z-a)^{\frac{1}{n}}$, *dans* $(n-2)$ *cellules d'univalence montantes de* z^n, *après avoir ramené l'affixe de* a, *par la substitution* $z = u\,e^{\frac{2K\pi i}{n-1}}$, *dans l'une des deux cellules de* z^n *adjacentes à* $\overrightarrow{Ox}$, *on obtient à la limite* $(n-2)$ *racines de* $z^n = z - a$, *à la condition de partir d'un point* $z \not\equiv \infty$.

Théorème. — *Les équations du troisième, du quatrième et du cinquième degré sont résolubles par itération dans les cellules d'univalence montantes de* z^3, z^4, z^5.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Quelques théorèmes sur les singularités périphériques des séries de Taylor.* Note de M. **Carlos Biggeri**, présentée par M. Paul Montel.

Soit $f(z)$ la fonction analytique définie par la série potentielle

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n z^n, \tag{1}$$

dont le rayon de convergence est égal à l'unité. Appelons φ l'argument du point singulier périphérique de $f(z)$ le plus rapproché du point $z = 1$. M. Mandelbrojt [1] a donné une formule fournissant *explicitement* $\cos\varphi$ en fonction de $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$. Dans cette Note, je donne d'autres formules (l'une de celles-ci est analogue à celle de M. Mandelbrojt) pour le calcul de $\cos\varphi$ en fonction de $a_n, a_{n+1}, \ldots, a_m, \ldots$, avec $m \equiv [n(1+d)]$, d désignant un nombre positif fixe aussi petit que l'on veut.

Théorème I. — *Posons*

$$D(h) \equiv \overline{\lim_{n \succ \infty}} \sqrt[n]{|a_n + C_{n+1}^1 a_{n+1} h + \ldots + C_{n+p}^p a_{n+p} h^p + \ldots + C_{2n}^n a_{2n} h^n|}$$
$$[h \geqq 0;\ D(0) = 1].$$

La fonction $D(h)$ *est dérivable à droite, pour* $h = 0$, *et l'on a en outre*

$$\cos\varphi = \overset{+}{D}'(0).$$

---

(1) *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1456.

En posant en effet

$$\alpha(n, h) = \sum_{p=0}^{n} C_{n+p}^{p} a_{n+p} h^{p}, \qquad \beta(n, h) = \sum_{p=n+1}^{\infty} C_{n+p}^{p} a_{n+p} h^{p}$$

on a

$$\frac{f^{(n)}(h)}{n!} = \alpha(n, h) + \beta(n, h). \tag{2}$$

On démontre que, pour $0 \leqq h \leqq 0,1$, on a

$$\overline{\lim_{n \to \infty}} \sqrt[n]{|\beta(n, h)|} \leqq \frac{9}{10}. \tag{3}$$

D'autre part

$$\overline{\lim_{n \to \infty}} \sqrt[n]{\frac{|f^{(n)}(h)|}{n!}} \geqq \frac{1}{1+h} \geqq \frac{10}{11}. \tag{4}$$

De (2), (3) et (4) on tire

$$D(h) = \overline{\lim_{n \to \infty}} \sqrt[n]{\frac{|f^{(n)}(h)|}{n!}} \tag{5}$$

pour h *suffisamment petit*.

Si le point $z = 1$ est *singulier* pour $f(z)$, d'après (5), on a

$$D(h) = \frac{1}{1-h},$$

et la conclusion du théorème est immédiate.

Supposons $\varphi \neq 0$ [2]. D'après (5), on a

$$\frac{1}{D(h)} \leqq \sqrt{1 + h^2 - 2h\cos\varphi}. \tag{6}$$

Soit ε un nombre positif arbitraire. Tous les points de l'arc de la circonférence de convergence de la série (1) contenant le point $z = 1$ et dont les extrémités sont les points $z_1 = e^{(\varphi-\varepsilon)i}$ et $z_2 = e^{(-\varphi+\varepsilon)i}$ sont *réguliers* pour $f(z)$; donc, pour $h \leqq h_0 \equiv h_0(\varepsilon)$, on a

$$\frac{1}{D(h)} > \sqrt{1 + h^2 - 2h\cos(\varphi - \varepsilon)}. \tag{7}$$

De (6), et (7), avec un calcul très simple on déduit la conclusion.

---

[2] On pourrait achever la démonstration du théorème en appliquant le théorème de M. de Misès (*Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1353), mais, étant donné le caractère élémentaire de la proposition, il me semble préférable d'adapter au cas présent la démonstration donnée par M. Valiron (*Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1458) du théorème de M. Mandelbrojt.

Si le rayon de convergence de la série (1) est égal à ρ, on a

$$\cos\varphi = \rho^2 \mathrm{D}'(0).$$

Théorème II. — *Le rayon de convergence de la série* (1) *étant supposé égal à l'unité, posons*

$$\Phi_n(h) = a_n + \sum_{j=1}^{p} a_{n-j} \frac{1}{h^j} \frac{p(p-1)(p-2)\ldots(p-j+1)}{n(n-1)(n-2)\ldots(n-j+1)} + \sum_{j=1}^{\nu} a_{n+j} h^j \frac{(n+1)(n+2)\ldots(n+j)}{(p+1)(p+2)\ldots(p+j)},$$

$$\xi(h) = \overline{\lim_{n\to\infty}} \left(\sqrt[n]{|\Phi_n(h)|}\right)$$

avec $h > 0$, $p = [nh]$, $\nu = [3nh]$:

1° *la limite de* $\xi(h)$, *pour* $h \to 0^+$, *existe et est égale à l'unité;*

2° *en posant* $\xi(0) \equiv \lim\limits_{h \to 0^+} \xi(h)$, *la fonction* $\xi(h)$ *est dérivable à droite, pour* $h = 0$, *et*

$$\cos\varphi = 1 + \xi'(0).$$

Je prouve en effet que, pour *h suffisamment petit*, on a

$$\xi(h) = [(1-h)\,\mathrm{D}(h)]^{1-h}. \tag{8}$$

Du théorème 1° et de (8), on déduit le théorème II.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur une méthode de mesure de la résistance exercée par l'air sur un convoi de chemin de fer.* Note de MM. **Albert Métral** et **François Raymond**, transmise par M. Robert Esnault-Pelterie.

En exposant [1] le principe d'une méthode de détermination du coefficient C de la formule de résistance globale

$$\mathrm{R} = \mathrm{A} + \mathrm{B}v + \mathrm{C}v^2,$$

nous avions supposé que les mesures étaient effectuées sur une section de profil à déclivité constante. Si l'on envisage un profil accidenté, on peut poser en première approximation que le coefficient A est seul affecté.

---

[1] *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 742.

L'équation (4) de notre précédente Note fournit, avec les mêmes notations,

$$\frac{\lambda M}{C} z = \frac{\frac{d}{dt}\left[z_0 \sin kt + \sqrt{\Delta} \cos kt\right]}{z_0 \sin kt + \sqrt{\Delta} \cos kt} \qquad \left(k = \frac{C\sqrt{\Delta}}{\lambda M}\right).$$

D'où, puisque $z = dx/dt + B/2C$, par intégration le long d'une section de voie où $A =$ const., t_1 étant le temps de parcours,

$$(1) \qquad l_1 = \frac{\lambda M}{C} \operatorname{Log}\left[\frac{z_0}{\sqrt{\Delta}} \sin kt_1 + \cos kt_1\right] - \frac{B}{2C} t_1,$$

la relation

$$\frac{C\sqrt{\Delta}}{\lambda M} t_1 = \operatorname{arc\,tang} \frac{z_0 - z_1}{\Delta + z_0 z_1} \sqrt{\Delta}$$

permet d'écrire

$$\sin \frac{C\sqrt{\Delta}}{\lambda M} t_1 = \frac{z_0 - z_1}{\sqrt{(\Delta + z_0^2)(\Delta + z_1^2)}} \sqrt{\Delta}, \qquad \cos \frac{C\sqrt{\Delta}}{\lambda M} t_1 = \frac{\Delta + z_0 z_1}{\sqrt{(\Delta + z_0^2)(\Delta + z_1^2)}}.$$

Et par suite

$$l_1 = \frac{\lambda M}{2C} \log \frac{\Delta + z_0^2}{\Delta + z_1^2} - \frac{B}{2C} t_1$$

remplaçant Δ et z par leurs valeurs, on obtient en définitive

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} l_1 &= \frac{\lambda M}{2C} \operatorname{Log} \frac{A + Bv_0 + Cv_0^2}{A + Bv_1 + Cv_1^2} - \frac{B}{2C} t_1, \\ t_1 &= \frac{\lambda M}{C} \frac{z_0 - z_1}{\Delta + z_0 z_1} + \ldots . \end{aligned} \right.$$

Ces formules s'appliquent, quelle que soit la section de voie considérée. Autrement dit, on peut écrire la première formule (2) sous la forme

$$(3) \qquad l_i = \frac{1}{2C}\left[\lambda M \operatorname{Log} \frac{R_{i-1}}{R_i} - Bt_i\right],$$

en désignant par R_{i-1} et R_i les résistances globales à l'origine et à la fin du profil d'indice i. En posant $\gamma = 2C/M$, $\beta = B/\lambda M$, on déduit de (3)

$$(4) \qquad e^{\gamma l_i} e^{\beta t_i} = \frac{R_{i-1}}{R_i},$$

et, en faisant le produit de toutes les relations (4) pour les n sections du profil, avec

$$L = \text{longueur totale du profil} = l_1 + l_2 + \ldots + l_n,$$
$$T = \text{durée totale du parcours} = t_1 + t_2 + \ldots + t_n,$$

$$(5) \qquad e^{\gamma L} e^{\beta T} = \frac{R_0}{R_1} \frac{R'_1}{R'_2} \frac{R''_2}{R''_3} \cdots \frac{R_{n-1}^{(n-1)}}{R_n^{(n-1)}},$$

$R^{(p)}$ désignant la valeur de la résistance globale dans la section d'ordre p. On a évidemment

$$R'_1 - R_1 = [\partial A]_0^1, \qquad \ldots \qquad R_{n-1}^{(n-1)} - R_{n-1}^{(n-2)} = [\partial A]_{n-2}^{n-1}.$$

L'influence des variations de A sur T se déduit de la deuxième équation (2)

$$\frac{dT}{dA} = -\lambda M \sum_1^n \frac{v_{i-1} - v_i}{[R_i - (v_{i-1} - v_i) C z_{i-1}]^2} + \ldots.$$

Des applications numériques montrent que le second membre est inférieur à 1 pour 100.

Par contre l'influence des variations de A sur les longueurs de parcours est importante : on s'en rend compte aussitôt en écrivant d'après (2) et en supposant $v_1 = 0$

$$l_1 = -\frac{\lambda M}{2C} \frac{B}{C\sqrt{\Delta}} \operatorname{arc\,tang} \frac{2C\sqrt{\Delta} v_0}{2A + Bv_0} + \frac{\lambda M}{2B} \log\left[1 + \frac{B}{A} v_0 + \frac{C}{A} v_0^2\right],$$

soit, en supposant

$$\frac{2C\sqrt{\Delta}}{2A + Bv_0} < 1, \qquad Cv_0^2 + Bv_0 - A < 0,$$

$$l_1 = \frac{\lambda M}{2C}\left[\frac{B}{A} v_0 + \frac{C}{A} v_0^2 - \frac{2Bv_0}{2A + Bv_0}\right],$$

et en négligeant Bv_0 devant $2A$, ce qui est justifié pour les périodes de ralentissement

$$l_1 \# \frac{\lambda M}{2A} v_0^2.$$

Cette formule fait apparaître la prépondérance de A sur le parcours de ralentissement.

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *Le courant de Stroobant.*

Note [1] de M. **Adolphe Festraets**, présentée par M. Ernest Esclangon.

P. Stroobant a publié (*Bulletin astronomique*, 27, nov. 1910, p. 433) une liste de 7 étoiles dont le mouvement serait sensiblement parallèle et égal à celui du Soleil. Il estimait que la similitude des déplacements qu'il décelait pouvait difficilement être attribuée au hasard.

---

[1] Séance du 17 janvier 1938.

En 1923, il portait à 13 le nombre des étoiles de cette liste, avec la collaboration de M. P. Bourgeois ([2]).

Dans les dernières années de sa vie, Paul Stroobant considérait que l'expression « amas de Stroobant », réservée généralement à l'ensemble des étoiles cataloguées à la suite de ces recherches, ne désignait encore qu'un problème bien posé plutôt qu'une réalité physique.

Il a paru intéressant, dans ces conditions, de rechercher si les connaissances nouvelles acquises sur les parallaxes, les mouvements propres et les vitesses radiales modifient ou renouvellent le problème. La réponse paraît affirmative.

Le tableau ci-dessous, établi à l'aide du *General catalogue of stellar parallaxes* de F. Schlesinger (*Yale University Observatory*, 1935), des données publiées par Campbell et Moore [*Radial velocities of stars brighter than visual magnitude*, 5,51 (*Publ. of the Lick Observatory*, vol. XVI, 1928)] et par W. S. Adams, A. H. Joy, R. F. Sanford et G. Strömberg [*Radial velocities of 741 stars* (*Astrophysical Journal*, vol. LXX, n° 4, nov. 1929, p. 207)], porte à 50 le nombre des étoiles sur lesquelles l'attention peut être attirée.

Les indications données dans les six premières colonnes du tableau ci-joint ne nécessitent pas d'explication : on indique dans la colonne 7 l'écart en direction et, dans la colonne 8, l'écart en module, calculés en adoptant l'apex de Campbell et Moore ($\alpha = 17^h 54^m$; $\delta = +27°,2$), et une vitesse du Soleil dans l'espace de 19,2 km/sec.

Les étoiles réunies par Stroobant et Bourgeois sont désignées par un astérisque. L'étoile α_1 Crucis, dont la vitesse radiale est variable, n'a pas été conservée.

1. N°.	2. Nom.	3. α.	4. δ.	5. π.	6. Sp.	7. ε.	8. |V|.
		h m	° ′	″		°	km
*1	α Cass	0.34,8	+55.59	0,018	K 0	18	−15,8
2	32 Andr	0.35,7	+38.55	0,014	G 5	15	− 0,1
3	PGC 229	0.58,3	−46.56	0,016	K 0	3	+ 1,5
*4	ν Pisc	1.36,2	+ 4.59	0,022	K 0	7	+ 2,6
*5	48 Cass	1.53,7	+70.25	0,025	A 2	11	+ 9,2
6	49 Cass	1.56,0	+75.38	0,017	G 5	17	− 0,5
7	10 Tria	2.13,2	+28.11	0,016	A 2	2	− 4,5
8	*i* Cass	2.20,8	+66.57	0,021	A 5	10	+ 2,9

([2]) *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 584.

1. N°.	2. Nom.	3. α.	4. δ.	5. π.	6. Sp.	7. ε.	8. |V|.
		h m	° ′	″		°	km
9	ρ Ceti	2.21,1	−12.44	0,021	A 0	12	+ 2,8
10	ν Pers	2.57,6	+53.07	0,017	F 5-A 3	12	+ 1,4
*11	β Pers	3.01,7	+40.34	0,033	B 8	20	— 2,0
*12	α Pers	3.17,2	+49.30	0,017	F 5	27	—10,4
13	PGC 864	3.40,4	+65.13	0,010	Ma	10	+ 0,7
14	66 Taur	4.18,4	+ 9.14	0,020	A 2	22	— 0,2
15	6 Orio	4.49,2	+11.16	0,017	A 3	13	+ 4,8
16	β Camb	4.54,5	+60.18	0,009	G 0	15	— 7,5
17	19 Auri	5.13,4	+33.52	0,022	A 5	10	+ 4,3
18	26 Auri	5.32,2	+30.26	0,019	A 2	11	— 2,0
19	δ Dora	5.44,6	−65.46	0,022	A 5	23	+ 2,5
20	2 Lync	6.10,8	+59.03	0,026	A 0	8	+ 4,0
21	ν^3 C Maj	6.33,5	−10.09	0,011	K 0	16	+ 0,8
22	PGC 2349	8.40,8	−42.17	0,030	G 5	14	— 0,3
23	PGC 2568	9.28,4	−40.12	0,019	K 0	12	+ 1,7
24	42 Lync	9.32,1	+40.41	0,020	A 5	12	— 3,8
25	PGC 2783	10.23,7	−57.08	0,016	F 5	5	+ 0,5
26	PGC 2952	11.02,4	−61.53	0,031	K 0	12	— 1,7
27	14 Coma	12.21,4	+27.49	0,019	A 5	12	— 6,6
28	16 Coma	12.22,0	+27.22	0,021	A 2	12	+ 0,9
29	17 Coma	12.23,9	+26.28	0,016	A 0	25	— 7,3
30	21 Coma	12.26,0	+25.07	0,016	A 3	12	4,0
*31	ξ Boot	14.46,8	+19.31	0,147	G 5	11	+ 5,3
*32	α Scor	16.23,3	−26.13	0,019	Ma-A 3	25	— 9,2
33	18 Drac	16.40,2	+64.47	0,018	K 0	7	+ 2,9
34	47 Herc	16.45,5	+ 7.25	0,016	A 0	11	— 2,6
35	θ Scor	17.30,1	−42.56	0,024	F 0	9	— 1,5
36	68 Ophi	17.56,7	+ 1.18	0,026	A 2	15	— 4,6
*37	σ Sgtr	18.49,1	−26.25	0,021	B 3	33	15,6
38	21 Aqil	19.08,7	+ 2.07	0,007	B 8	19	— 7,2
39	I Vulp	19.11,9	+21.13	0,012	B 5	9	4,5
*40	ρ Sgtr	19.15,9	−18.02	0,048	A 5	7	+ 2,9
41	ν Aqil	19.41,5	+10.22	0,018	K 2	15	— 4,1
42	ν Capr	20.15,1	−13.04	0,019	A 0	10	— 6,0
*43	γ Cygn	20.18,6	+39.56	0,006	F 8	20	— 5,9
44	α Cygn	20.38,0	+44.55	0,008	A 2	10	— 4,6
45	55 Cygn	20.45,5	+45.45	0,011	B 2	15	— 4,2
46	5 Aqar	20.46,9	+ 5.53	0,016	B 8	13	— 1,9
*47	ε Pegs	21.39,3	+ 9.25	0,019	K 0	26	— 1,4
*48	α Pegs	22.59,8	+14.40	0,033	A 0	27	— 8,7
49	89 Aqar	23.04,6	−23.00	0,024	G 0-A 2	12	— 2,6
50	59 Pegs	23.06,7	+ 8.11	0,022	A 3	11	+ 2,5

Plusieurs étoiles de ce tableau paraissent répondre mieux aux conditions du problème que certaines de celles qui ont été cataloguées jusqu'à présent.

Dans l'ensemble, il apparaît cependant qu'on n'a pas affaire à un amas ouvert, au sens classique. Il s'agit plutôt d'un courant qu'il sera sans doute avantageux de définir par une vitesse moyenne un peu différente en direction et en module de celle du Soleil. Celui-ci ne serait qu'un élément non privilégié de ce courant, qu'il sera intéressant de pouvoir enrichir et de caractériser par sa subordination aux déplacements d'ensemble décelés dans la voie lactée.

La répartition par types spectraux est la suivante : type A, 22 étoiles; K, 9; B, 6; G, 5; F, 4; M, 1.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur l'indétermination des potentiels électromagnétiques.* Note de M. **Bernard Kwal**, présentée par M. Louis de Broglie.

Écrivons les équations de Maxwell

$$(1)\qquad \begin{cases} \operatorname{rot} E + \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial H}{\partial t} = 0, & \operatorname{div} H = 0, \\ \operatorname{rot} H - \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial E}{\partial t} = \mathfrak{I}, & \operatorname{div} E = \mathfrak{I}_4, \end{cases}$$

ainsi que les équations par lesquelles on introduit le potentiel quadrivecteur

$$(2)\qquad H = \operatorname{rot} A,\quad E = -\frac{1}{c}\frac{\partial A}{\partial t} - \operatorname{grad} A_4 \quad \text{avec} \quad \operatorname{div} A + \frac{1}{c}\frac{\partial A_4}{\partial t} = 0.$$

On sait que cette définition du potentiel quadrivecteur est affectée de l'indétermination suivante. Soit $G(x, y, z, t)$ une fonction scalaire, satisfaisant à l'équation

$$(3)\qquad \left(\Delta - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right) G = 0,$$

mais par ailleurs quelconque, alors les équations (2) sont insensibles à la substitution

$$(4)\qquad A = A' + \operatorname{grad} G,\quad A_4' = A_4' - \frac{1}{c}\frac{\partial G}{\partial t}.$$

Mais ce n'est pas l'indétermination la plus générale, comme nous allons le montrer.

Considérons, en effet, à côté des potentiels, définis par les relations (2), les potentiels adjoints ou *anti-potentiels* [1], qui peuvent être définis par les relations

$$(2')\qquad H' = \frac{1}{c}\frac{\partial B}{\partial t} + \operatorname{grad} B_4, \qquad E' = \operatorname{rot} B \qquad \text{avec} \quad \operatorname{div} B + \frac{1}{c}\frac{\partial B_4}{\partial t} = 0,$$

de sorte qu'on puisse poser d'une manière générale

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} H &= \operatorname{rot} A + \frac{1}{c}\frac{\partial B}{\partial t} + \operatorname{grad} B_4,\\ E &= -\frac{1}{c}\frac{\partial A}{\partial t} - \operatorname{grad} A_4 + \operatorname{rot} B.\end{aligned}\right.$$

Prenons alors deux fonctions scalaires arbitraires, $G(x, y, z, t)$ et $K(x, y, z, t)$, ainsi qu'un tenseur antisymétrique gauche, arbitraire, de composantes M_1, M_2, M_3, N_1, N_2, N_3. A toutes ces grandeurs nous n'allons imposer que les conditions

$$(3')\qquad \left(\Delta - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)\begin{pmatrix} G \\ K \\ \vec{M} \\ \vec{N}\end{pmatrix} = 0.$$

Moyennant quoi, on vérifie aisément que les équations (5) sont insensibles à la substitution

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} A &= A' + \operatorname{grad} G + \operatorname{rot} M - \frac{1}{c}\frac{\partial N}{\partial t},\\ A_4 &= A'_4 - \frac{1}{c}\frac{\partial G}{\partial t} + \operatorname{div} N,\\ B &= B' + \operatorname{grad} K + \operatorname{rot} N + \frac{1}{c}\frac{\partial M}{\partial t},\\ B_4 &= B'_4 - \frac{1}{c}\frac{\partial K}{\partial t} - \operatorname{div} M.\end{aligned}\right.$$

Supposons maintenant qu'il y ait proportionnalité entre le quadrivecteur courant $\mathcal{J}$ et le quadrivecteur potentiel A,

$$\mathcal{J} = \alpha A, \qquad \mathcal{J}_4 = \alpha A_4,$$

comme cela se présente dans la théorie du photon de M. Louis de Broglie [2]

---

[1] J. Géhéniau, *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, 17, 1931, p. 921-926; A. Proca, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 641-643.

[2] *Nouvelles recherches sur la lumière*. Paris, 1937.

et dans la théorie de la supra-conductibilité de M. F. London ([3]). Les potentiels sont alors déterminés d'une manière univoque, car la substitution (6) affecterait les équations de Maxwell.

Mais si, par contre, à la place des équations (1), on envisage les équations symétriques

$$(1') \quad \left\{ \begin{aligned} &\mathrm{rot}\,E + \frac{1}{c}\frac{\partial H}{\partial t} = \alpha B, \qquad \mathrm{div}\,H = \alpha B_4, \\ &\mathrm{rot}\,H - \frac{1}{c}\frac{\partial E}{\partial t} = \alpha A, \qquad \mathrm{div}\,E = \alpha A_4, \end{aligned} \right.$$

celles-ci vont garder leur forme après la substitution (6) [avec $G = K = 0$], à condition de poser

$$(7) \qquad \left(\Delta - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \alpha\right)\begin{pmatrix}\vec{M} \\ \vec{N}\end{pmatrix} = 0,$$

et de remplacer, dans les équations (5) et (1'), H et E par les expressions

$$(8) \qquad H = H' + \alpha M, \qquad E = E' + \alpha N.$$

Tous ces résultats s'obtiennent immédiatement lorsqu'on emploie la notation des quaternions.

IONISATION. — *Sur le spectre de mobilités des gros ions.*

Note ([1]) de M. **Ouang Te-Tchao**, présentée par M. Paul Langevin.

L'étude des spectres de mobilités des ions invisibles, qu'il s'agisse de gros ions ou de petits ions, a déjà été exécutée par de nombreux auteurs ([2]).

Il est également intéressant de se livrer à une analyse du même ordre dans le cas de gros ions visibles afin d'obtenir des renseignements sur l'ordre de grandeur des mobilités et sur l'homogénéité des particules en suspension.

Dans ce but, nous avons soumis de telles particules à un champ électrique alternatif et photographié les trajectoires des particules chargées.

Les particules sont produites par la combustion d'un parfum spécial

---

([3]) *Une conception nouvelle de la supra-conductibilité*. Paris, 1937.

([1]) Séance du 10 janvier 1938.

([2]) Paul Langevin, *Comptes rendus*, 140, 1905, p. 232; Seville Chapman, *Phys. Rev.*, 52, 1937, p. 184; Marcel Laporte, *Ann. de Phys.*, 8, 1927, p. 466.

chinois. La fumée est recueillie dans une cuve parallélépipédique dont deux faces métalliques, formant condensateur, sont reliées au secondaire d'un transformateur alimenté en courant alternatif à 50 périodes.

La cuve est éclairée à l'aide d'une lampe à arc et l'observation ultramicroscopique des trajectoires permet de constater que les gros ions oscillent sur des trajectoires rectilignes d'amplitudes variables.

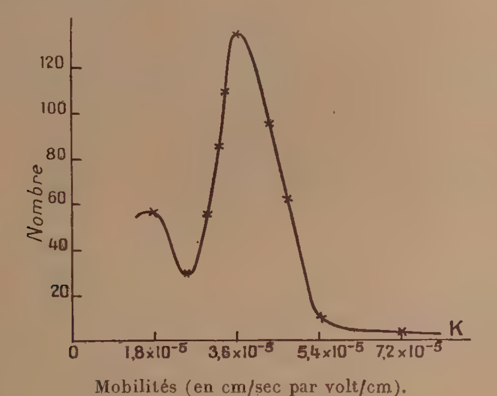
Quant aux particules non chargées, elles présentent l'agitation caractéristique du mouvement brownien.

Soit $h = h_0 \sin 2\pi (t/T)$ l'expression du champ électrique ($T = 1/50^e$ sec).

La vitesse d'un gros ion sera donnée par la relation

$$\frac{dx}{dt} = kh = kh_0 \sin 2\pi \frac{t}{T},$$

en désignant par k la mobilité.



Mobilités (en cm/sec par volt/cm).

La longueur de la trajectoire rectiligne décrite par le gros ion sous l'influence du champ alternatif est donc

$$l = kh_0 \int_0^{\frac{T}{2}} \sin 2\pi \frac{t}{T} dt$$

$$= \frac{kh_0 T}{\pi};$$

d'où

$$k = \frac{\pi l}{h_0 T}.$$

Les photographies permettant la mesure directe de l, il suffit de faire

cette mesure sur un grand nombre de trajectoires pour obtenir le spectre des mobilités.

Dans nos expériences le champ électrique h_0 était de 4250 volts/cm, et le spectre de mobilité obtenu sur 500 mesures est reproduit sur la figure.

Cette méthode présente un grand pouvoir de résolution et doit permettre, par son application à un nombre plus élevé d'observations, d'obtenir une grande précision dans la mesure des mobilités.

ÉLECTRICITÉ. — *De l'équilibre des supra-conducteurs.* Note de M. **Noel Felici**, présentée par M. Louis de Broglie.

Certains auteurs ont été amenés par l'expérience à supposer que le champ magnétique H est nul à l'intérieur des conducteurs que nous étudierons (supra-conducteurs) [1]. Nous nous proposons de démontrer que cette condition $H = 0$, jointe à la loi d'Ampère, permet de décrire entièrement l'équilibre d'un système de conducteurs fixes, et toutes nos propositions seront corrélatives de celles qu'on établit sur les conducteurs électrisés en supposant $E = 0$ et la loi de Coulomb.

Premières propriétés des supra-conducteurs en équilibre. — 1° Le courant est superficiel. On applique le théorème d'Ampère à une courbe tracée dans le métal, sachant que $H = 0$ (Cf. électrisation superficielle).

2° La circulation du potentiel-vecteur F est la même le long de diverses courbes réductibles les unes aux autres tracées dans le métal, car le flux magnétique est en dehors du métal (Cf. potentiel constant en tout point d'un conducteur électrisé). Si le conducteur est simplement connexe, cette circulation est nulle.

3° Le champ au voisinage du conducteur est $H = 4\pi i \times n$, n normale extérieure, car le champ d'une couche plane uniforme est $2\pi i \times n$, et $H = 0$ dans le métal (Cf. th. de Coulomb $E = 4\pi\sigma n$).

4° La surface du conducteur est soumise à une pression magnétostatique dirigée vers l'intérieur $p = 2\pi i^2$ (Cf. pression électrostatique $2\pi\sigma^2$).

Équilibre général d'un système de conducteurs fixes. — 1° On peut trouver les courants superficiels permanents donnant $H = 0$ dans le métal par le principe des images magnétiques (Cf. Images électriques) : Soit une sur-

---

[1] Voir la thèse de M. London, *Une théorie nouvelle de la supra-conductibilité*, Paris, 1937.

face fermée S, tube de force d'un champ H, tel que rot H = o, plaçons sur elle des courants de densité $1/4\pi(n \times H)$. Appelons intérieur de S les domaines où H a des singularités; le champ produit par ces courants est nul à l'intérieur, égal à H à l'extérieur (n normale extérieure). Exemple : tubes de force d'un courant annulaire, analogues à des tores. Le champ peut être nul, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur (au sens usuel) de ces tubes.

2° Admettons l'existence d'une solution. Elle est unique si l'on se donne pour chaque trou k du métal, le flux φ_k qui le traverse ou le courant total i_k qui l'entoure (*Cf.* Électrostatique : solution unique si l'on donne la charge Q ou le potentiel V de chaque conducteur), car $\iiint H^2 dv = 4\pi\Sigma i_k \varphi_k$. Si i_k ou $\varphi_k = 0$, quel que soit k, la solution est identiquement nulle. Elle est donc unique si l'on se donne i_k ou φ_k.

Influence magnétique. Écrans magnétiques. — Si un conducteur est porté dans un champ, il se développe des courants pour annuler le champ dans le métal (influence magnétique). Cas remarquable d'un système de conducteurs simplement connexes : l'état du système approché d'un aimant ne dépend pas du chemin qu'il a parcouru, il est le même, que le système devienne supra-conducteur dans le champ ou y soit amené déjà refroidi, car il n'y a d'autre solution de l'équilibre de ce système que zéro s'il est éloigné de tout aimant.

Vu l'unicité des solutions, les phénomènes à l'intérieur d'une cavité tracée dans un conducteur sont indépendants des phénomènes extérieurs (écrans magnétiques). Il peut y avoir du courant sur les parois d'une cavité vide si elle est multiplement connexe.

Self-induction et induction mutuelle. Énergie. — Les flux sont fonction linéaire des courants $\varphi_k = \Sigma L_{kh} i_h$ (Cf. charges fonction linéaire des potentiels). On a $L_{hk} = L_{kh}$ (Cf. identité de Gauss). L_{kk} sera appelé self-induction, L_{kh} induction mutuelle (Cf. capacités, coefficients d'influence). Un conducteur simplement connexe n'introduit aucun termedans le tableau L_{kh} qui est toujours carré. L'énergie du système est

$$W = \frac{1}{2} \sum i\varphi = \iiint \frac{H^2}{8\pi} dv.$$

Cas des conducteurs mobiles. Transformation de l'énergie. — L'équilibre d'un système de conducteurs fixes a été complètement décrit par H = o et la loi d'Ampère. S'ils sont mobiles, il faut une hypothèse supplémentaire :

conservation du flux traversant un trou (Cf. conservation de la charge). Avec cette hypothèse on décrit entièrement les échanges d'énergie dus au mouvement.

Application. — Forces subies par un conducteur $X = -dW/dx$, W énergie à flux constants, $X = +dW/dx$, W énergie à courants constants. On retrouve la pression magnétostatique $2\pi i^2$ en cherchant le travail mis en jeu par une déformation réversible du conducteur. On conçoit des mécanismes créant du flux par influence : anneau coupé approché d'un aimant, fermé, puis éloigné, il emporte un flux (Cf. sphère à la terre approchée d'une charge, isolée, puis éloignée : elle emporte une charge). On a ainsi des machines magnétostatiques, transformant réversiblement le travail en énergie potentielle magnétique, et inversement. Un système se déforme spontanément de façon que W diminue : un anneau isolé tendra à s'ouvrir (L maximum), l'énergie se transforme ainsi en travail. On retrouve tout cela par les forces magnétostatiques.

Équilibre d'un système plongé dans un milieu magnétique infini. — Le milieu prend une aimantation I et le potentiel-vecteur qu'il crée est celui de courants en volume rot I et superficiels $-n \times I$ (Cf. diélectriques charges en volumes $-\operatorname{div} P$ et en surface $n.P$). L'induction sera $H = \operatorname{rot} F$ et le champ $A = H - 4\pi I$ tel que $\operatorname{rot} A = 0$. Si le milieu est peu magnétique, $H = \mu A$, les courants rot I sont nuls, les courants superficiels i' se superposent aux courants i du métal, $i + i' = \mu i$. Tout se passe comme dans le vide, mais le théorème d'Ampère s'applique à A et non H, les flux et les forces, à courants égaux, sont μ plus grands que dans le vide (Cf. électrostatique potentiels et forces K fois plus petits).

Nos hypothèses décrivent donc entièrement l'équilibre des supraconducteurs, et montrent son analogie avec l'équilibre électrique. C'est le cas le plus simple de champ magnétique, où il n'y a aucune énergie dans la matière.

ÉLECTRONIQUE. — *Nouvelle méthode de stabilisation du courant anodique des lampes électroniques par rapport aux variations de tension plaque.* Note [1] de M. **Robert Pinoir**, transmise par M. Charles Camichel.

Les lampes électroniques permettent de réaliser très commodément un grand nombre de dispositifs de mesure. Pour conserver à ces méthodes

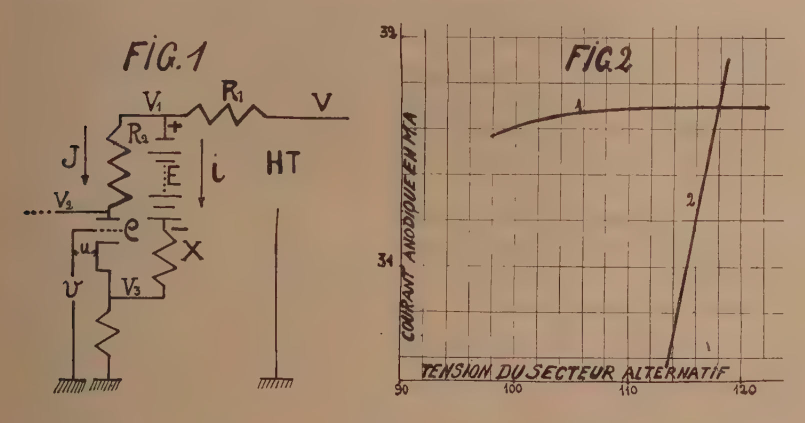
---

[1] Séance du 10 janvier 1938.

toutes leurs facilités d'emploi, il est nécessaire que la tension d'alimentation soit obtenue par redressement de la tension alternative du secteur, d'autant plus que beaucoup de lampes modernes exigent des tensions et des débits que peuvent difficilement fournir des piles. Mais les variations inévitables de la tension des réseaux entraînent des variations de courant anodique qui diminuent beaucoup la précision des mesures ou même les rend impossibles.

La méthode de stabilisation de la tension anodique à l'aide de tubes spéciaux entraîne une chute de tension considérable (50 pour 100 de la tension utile) et une augmentation de débit appréciable, tout en laissant subsister une fraction notable des variations (de 5 à 10 pour 100). La méthode qui va être décrite permet de rendre le courant anodique pratiquement indépendant de la tension.

Principe. — En parallèle avec une lampe dont le coefficient d'amplifica-



tion est K et dont la grille est polarisée, suivant la méthode habituelle, par interposition d'une résistance r entre la cathode et la masse, on monte (*fig.* 1) une résistance X et une force contre-électromotrice E. En combinant les équations du circuit et l'équation classique du fonctionnement de la lampe, R_1 et R_2 étant les résistances du circuit plaque, ρ la résistance interne de la lampe, V la tension appliquée, J le courant anodique et i le courant dans le circuit dérivé, on obtient la relation

$$\left[\rho + R_1 + (R_2 + r + Kr)\left(1 + \frac{R_1 + r}{X + R_1 + r}\right)\right] dJ = \left(1 - \frac{R_1 + r + Kr}{R_1 + r + X}\right) dV.$$

Pour que dJ soit nul quel que soit dV, il suffit que

$$X = Kr.$$

Pour que le courant anodique soit indépendant de la tension anodique, il suffit qu'il y ait en parallèle avec la lampe une résistance égale au produit de la résistance de polarisation par le coefficient d'amplification de la lampe. La force contre-électromotrice a pour but de limiter le courant qui traverse la résistance. En somme la méthode consiste à compenser automatiquement une augmentation de tension anodique par une augmentation corrélative de la polarisation négative de la grille de façon à maintenir le courant constant.

Choix de r et E. — Dans l'amplification des courants continus, le fait de polariser la lampe au moyen d'une résistance r entraîne une diminution de la pente α qui devient alors égale à $\alpha/(1+r\alpha)$. La pente est d'autant plus forte que r est plus faible. Mais pour maintenir la tension de polarisation constante on est alors conduit à augmenter le courant i. Pour obtenir la pente maxima il faut donner à r la valeur minima permettant la régulation avec un courant admissible et compléter la polarisation à l'aide d'une force électromotrice.

Remarque. — Dans le cas des lampes à grille écran, le coefficient d'amplification à considérer est celui de la lampe fonctionnant comme triode, la grille écran et la plaque jouant ensemble un rôle d'anode puisqu'elles sont toutes les deux soumises aux variations de tension.

Réalisation à l'aide de lampes au néon. — Les tubes à décharge lumineuse dans le néon, à cathode froide, vendus comme lampes de nuit ou tubes témoins, ont une caractéristique tension-courant rectiligne de pente $di/dv = 1/R_n$ ne passant pas par l'origine, mais par un point d'abscisse E de l'axe des tensions. Ces tubes sont donc équivalents à une résistance R_n et à une force contre-électromotrice E montées en série. Ils peuvent par conséquent être montés en parallèle avec une lampe pour en régulariser le courant.

Les tubes du commerce correspondent à des forces contre-électromotrices variant de 79 à 120 volts. Leur culot contient une résistance, montée en série, comprise entre 1000 et 5000$^{\omega}$, qui peut facilement être enlevée. La résistance propre du tube est généralement de quelques centaines d'ohms. Deux ou trois tubes peuvent être montés en série pour amener E à la valeur voulue; leur résistance propre totale doit être inférieure à la valeur calculée; on la complète à l'aide d'une résistance fixe. Les tubes actuels n'ont pas une stabilité parfaite.

Vérification expérimentale. — La figure 2 montre une courbe de courant en fonction de la tension obtenue avec une lampe à grande pente. On voit

que la variation de courant est d'environ 0,03 pour 100 pour une variation de tension de 10 volts et qu'elle est pratiquement nulle autour de 120 volts.

Dans cet essai le courant de chauffage du filament était fourni par un accumulateur. Lorsque le courant de chauffage est fourni par le secteur alternatif, les variations de courant anodique dues aux variations de courant de chauffage ne peuvent pas être compensées en même temps que celles qui sont dues aux variations de tension-plaque, parce qu'elles ont une inertie beaucoup plus grande.

ÉLECTROCHIMIE. — *Relations entre l'état de surface du chrome électrolytique, sa structure et ses qualités mécaniques.* Note [1] de M. **Michel Cymboliste**, présentée par M. Léon Guillet.

Le chrome électrolytique déposé sur une éprouvette polie peut être mat ou brillant; dans certains cas il reproduit la surface du support et dans d'autres cas il la modifie d'une façon importante. L'examen au microscope des surfaces brutes et des coupes normales du dépôt, après attaque au réactif micrographique, m'a montré les relations qui existent entre l'état de la surface et la structure du chrome.

J'ai constaté que les dépôts, dont la surface reproduit fidèlement la forme des supports, ont des structures homogènes et orientées normalement aux supports. Le chrome mat correspond aux structures B et C ou éventuellement à la structure A [2], si celle-ci est constituée de gros cristaux et contient peu ou pas d'inclusions verticales; le chrome brillant ne correspond qu'aux dépôts formés de cristaux très petits et contenant des inclusions verticales très nombreuses qui caractérisent certains dépôts de structure A.

La décroissance de dimension des cristaux étant toujours accompagnée de l'augmentation du nombre des inclusions verticales, plus le chrome est brillant, moins bien il reproduit la surface de la cathode et plus il a de tendance à donner un dépôt lisse.

Un revêtement dont la surface ne reproduit pas exactement la forme du support présente toujours des anomalies de cristallisation, dues à des inclusions ou à la présence simultanée dans un même dépôt de chromes de structures différentes; sa surface est alors rugueuse ou ondulée, suivant la

---

[1] Séance du 10 janvier 1938.

[2] *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1654.



Fig. 1. — Structure A. (× 100.)



Fig. 2. — Structure A. (× 200.)



Fig. 3. — Structure A. (× 200.)

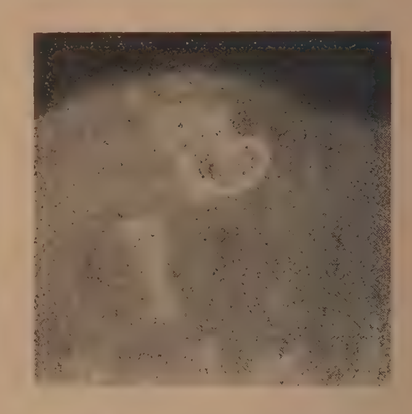


Fig. 4. — Structure C. (× 200.)

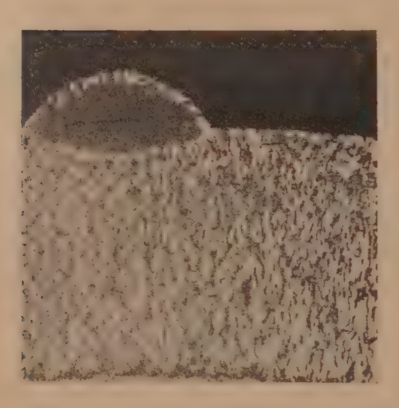


Fig. 5. — Structure A et C. (× 200.)

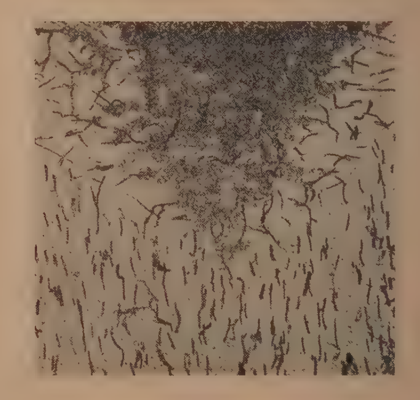


Fig. 6. — Structure A et C. (× 300.)

répartition et l'importance des défauts. Ainsi, sur le chrome rugueux, on voit des globules ou des arborescences dont les coupes normales montrent l'origine : chaque globule (*fig.* 1) est dû à une inclusion qui est le point de départ de cristaux et d'inclusions en forme de bâtonnets, s'étalant en éventail et produisant en surface un relief hémisphérique ; l'arborescence est produite par une superposition d'inclusions qui désorganisent la structure (*fig.* 2). Les dépôts ondulés contiennent, soit de nombreuses petites inclusions régulièrement réparties qui ont formé en surface des globules jointifs, soit des inclusions parallèles à la surface (*fig.* 3) qui, malgré leur épaisseur, désorientent peu la structure, ne forment qu'un faible relief, mais donnent un dépôt mat en cet endroit. Ces sortes d'inclusions se rencontrent dans toutes les structures du chrome (*fig.* 1, 2, 3, structure A; *fig.* 4, structure C). Dans un chrome de structure A, les irrégularités de surface peuvent résulter de la formation locale et accidentelle d'un chrome de structure B ou C qui, se déposant avec un rendement en courant cathodique plus élevé, occasionne un relief (*fig.* 5); celui-ci, s'il est recouvert ultérieurement d'un nouveau dépôt de structure A, donne naissance à une anomalie de cristallisation (*fig.* 6).

Dans tous les cas examinés, les irrégularités de surface sont dues à une orientation anormale des cristaux; ceux-ci n'étant plus perpendiculaires à la surface, ni parallèles entre eux, forment divers ensembles cristallins qui à leurs zones de raccordement favorisent la rupture aux essais de traction, de flexion ou de torsion ([3]). La dureté de tels dépôts varie d'un point à un autre et peut présenter des écarts de 800 Brinell H ([4]). De plus, la répartition et l'orientation irrégulières dans la masse du métal de particules non métalliques ou de cavités (inclusions solides, liquides ou gazeuses) rendent les dépôts fragiles et de qualités mécaniques très inférieures à celles des dépôts sains.

([3]) M. Cymboliste, *First Inter. Electrodeposition Conf.*, Londres, mars 1937 (*J. Electrodepositions' Technical Soc.*, **13**, 1937, p. 65).

([4]) M. Cymboliste, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1069.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude des réactions de formation des ferrites d'étain et de cadmium*. Note [1] de MM. **F. Redslob** et **H. Forestier**, transmise par M. Pierre Weiss.

En étudiant la décomposition du ferrite de cadmium [2] nous avions été conduits à écrire que le ferrite devait se former par précipitation simultanée, à froid, du mélange des hydroxydes et qu'il se décomposait par hydrolyse à chaud, en sesquioxyde de fer cubique et hydroxyde de cadmium suivant les réactions :

$$(1) \qquad Fe^2O^3 \text{ hydraté} + Cd(OH)^2 \rightarrow Fe^2O^3.CdO,$$

$$(2) \qquad Fe^2O^3.CdO + H^2O \rightarrow Fe^2O^3\gamma + Cd(OH)^2.$$

En essayant de préparer le ferrite $Fe^2O^3.SnO$ (composé nouveau) nous avons trouvé des résultats analogues. Les difficultés d'identification de ces combinaisons peu stables obtenues par précipitation simultanée, nous ont conduits à tenter une synthèse à partir de l'acide même des ferrites, la lépidocrocite $Fe^2O^3.H^2O$ (corps bien défini), et des hydroxydes de cadmium et d'étain.

Pour obtenir la lépidocrocite nous avons utilisé une méthode nouvelle, qui consiste à déshydrater partiellement l'hydroxyde obtenu par précipitation de Fe^2O^3 à froid [3]; par ébullition d'une heure dans un milieu déshydratant comme l'alcool éthylique ou la pyridine, cet hydroxyde précipité (dont la constitution est d'ailleurs mal connue) perd une partie de son eau et donne une poudre non ferromagnétique; l'analyse thermomagnétique de cette poudre (courbe I) fait apparaître une forte aimantation au voisinage de 400°; la température continuant à s'élever, l'aimantation disparaît presque complètement, et l'on constate seulement une faible anomalie à 675° (point de Curie du sesquioxyde de fer rhomboédrique); cette courbe est identique à celle que donnent les échantillons de lépidocrocite naturelle ou préparée par d'autres méthodes [4]; de plus, nous avons vérifié par une

---

[1] Séance du 17 janvier 1938.

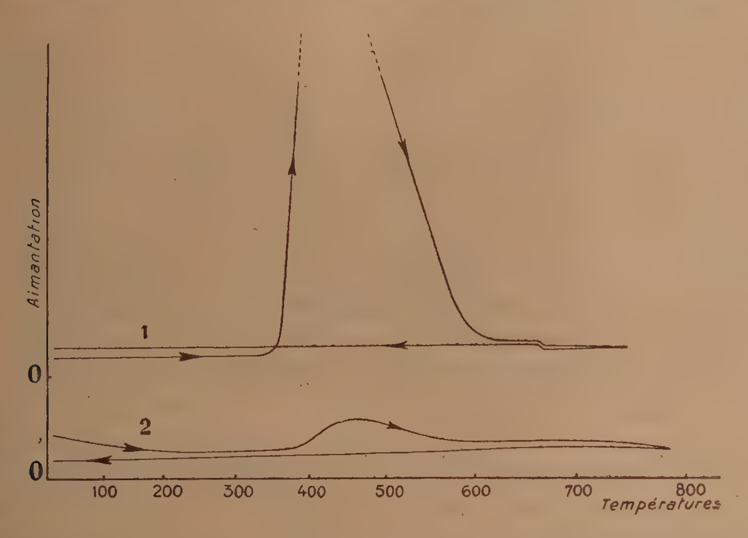
[2] H. Forestier et F. Redslob, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1160.

[3] A partir de chlorure ferrique et d'ammoniaque.

[4] Huggett, *Thèse*, Paris, 1928; Huggett et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 694; A. Girard, *Thèse*, Lille, 1935; A. Girard et G. Chaudron, *Bull. Soc. chim.*, 2, 1933, p. 119.

analyse aux rayons X que le maximum correspondait bien à l'existence de Fe^2O^3 cubique auquel conduit également la déshydratation de la lépidocrocite qui commence vers 340° (courbe 1).

Pour effectuer la synthèse des ferrites de cadmium et d'étain, nous avons fait réagir en proportions équimoléculaires la lépidocrocite préparée par cette méthode, sur les hydroxydes $Cd(OH)^2$ et $Sn(OH^2)$, en présence d'alcool éthylique à l'ébullition pendant une heure; le milieu déshydratant était indispensable pour éviter l'hydrolyse des ferrites. Le produit obtenu



a été soumis ensuite à l'analyse thermomagnétique, celle-ci montre (courbe 2) que le maximum à 400° et le point de Curie de l'oligiste à 675° ont disparu ([5]); par conséquent il ne reste pas de sesquioxyde de fer libre dans le produit obtenu, nous sommes donc en présence d'une combinaison $Fe^2O^3.CdO$ (ou SnO). Les ferrites ainsi préparés ne sont pas ferromagnétiques. De plus nous avons pu hydrolyser ces composés par l'eau bouillante suivant la réaction (2), avec formation de Fe^2O^3 cubique et régénération de l'hydroxyde basique.

Ces résultats confirment donc l'hypothèse émise dans notre précédente

([5]) La légère bosse résiduelle à 400° provient d'une très petite quantité de lépidocrocite non combinée, et transformée en Fe^2O^3 cubique fortement ferromagnétique.

Note et illustrent les réactions de formation des ferrites (réaction dans l'état solide d'un acide sur une base)

$$Fe^2O^4H^2 + Sn(OH)^2 = Fe^2O^3.SnO + H^2O.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Actions de l'eau, de l'hydrogène sulfuré et de l'iode sur des surfaces sensibles.* Note de MM. **Georges Costeanu** et **Paul Renaud.**

Nous avons signalé (¹) une inhibition de l'action de la vapeur d'eau sur le sodium, sans pouvoir en préciser les causes. Une série de nouvelles expériences ont été faites pour les rechercher, en faisant arriver de la vapeur d'eau, à travers un capillaire, sur une surface sensible, dans un tube laboratoire ou dans une fiole. Des pompes vidaient autant que possible ces récipients.

Un thermomètre fin, suspendu dans le vide, le réservoir en face du capillaire, n'a indiqué aucun abaissement de la température quel que soit le débit d'eau. L'abaissement de la température à la détente est donc trop faible pour causer l'inaction de l'eau sur le sodium.

Des phénomènes électriques ont été mis en évidence, mais leur action est négligeable; si on les neutralise, le phénomène reste le même.

Nous avons également étudié l'action de l'inclinaison du tube capillaire par rapport à la surface de sodium. L'angle du tube avec la surface fut de 45° et de 7°. Le résultat était le même, les surfaces de sodium furent attaquées aux extrémités et non dans le prolongement du capillaire.

Pour obtenir de faibles pressions, malgré un grand débit, nous avons allongé le tube laboratoire qui contenait la surface de sodium, de façon à pouvoir, sans refroidir le sodium, plonger 20cm du tube dans l'air liquide. La paroi froide de ce tube équivalait à une excellente pompe. La vapeur d'eau était fournie par un récipient maintenu à la température ordinaire. Le débit de vapeur par le capillaire était considérable. Après quelques heures, la surface de sodium était encore inaltérée et, cependant, 1g environ de vapeur, à la température ordinaire, l'avait effleurée. Par contre, une fois le débit de vapeur arrêté et l'air liquide enlevé, l'eau condensée se vaporise et réagit sur le sodium de façon homogène. Une goutte de solu-

(¹) *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1258.

tion de soude de l'ordre du centimètre cube se dépose au fond du tube.

L'expérience a été reprise en disposant, en face du capillaire, une surface de sodium couvrant le fond d'une fiole ronde de 7 ou 10^{cm} de diamètre. Ces surfaces étaient moins polies que dans les tubes et le mouvement de la vapeur était perturbé; l'action était moins régulière, mais commençait nettement par les bords; elle était plus faible au centre. Nous avons ainsi établi une jonction entre cette anomalie d'action et nos phénomènes d'attaque par anneaux ([2]). Ils diffèrent entre eux suivant la valeur de la pression à la sortie du capillaire.

Si l'on refroidit le sodium dans l'air liquide, l'eau se condense sur le sodium, en face du capillaire. Nous en avons constaté la présence par les colorations de lame mince qui apparaissent sur la surface brillante du métal. A cette température, comme l'ont montré MM. Hackspill et Bossuet ([3]), l'eau ne réagit pas sur le sodium. Si on laisse la fiole se réchauffer, l'eau condensée attaque le sodium avant de se volatiliser, mais, cette fois, l'action est maxima en face du capillaire. En cas de besoin, on pourrait améliorer ce procédé. La surface de sodium peut ainsi servir de détecteur aux rayons moléculaires d'eau.

N'ayant pas trouvé de cause simple à l'anomalie d'action de l'eau sur le sodium, nous avons cherché des cas analogues, dans l'action d'autres gaz sur des surfaces sensibles.

L'expérience a été faite au moyen de l'hydrogène sulfuré sur l'acétate de plomb et de l'iode sur l'argent ou le cuivre amalgamé.

Une plaque 9×12 fut recouverte d'une solution d'acétate de plomb dans la glycérine, puis placée sur un plan rodé et sous une cloche, en face d'un capillaire à robinet, en communication avec de l'hydrogène sulfuré liquide. Le vide étant fait partout, le robinet était ouvert. La plaque se couvrait au bord d'un halo circulaire tandis que le centre restait sensiblement intact.

La même expérience fut faite avec l'iode et ses réactifs. Les résultats furent les mêmes avec le cuivre amalgamé, un halo circulaire apparut près des bords. Avec l'argent ou le cuivre amalgamé très sec, les résultats furent indécis.

Conclusion. — L'inhibition de l'action de la vapeur d'eau sur le sodium,

---

([2]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1511; *Journal de Chimie physique*, **34**, 1937, p. 141.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, **28**, 1913, p. 691.

signalée précédemment, affecte une surface d'autant plus grande que la pression est plus faible à la sortie du capillaire. Quand on donne à la pression des valeurs de plus en plus fortes, les bords du métal sont d'abord attaqués, puis des anneaux multiples de réaction apparaissent.

L'anomalie peut être également obtenue avec d'autres gaz actifs (hydrogène sulfuré, iode) et d'autres surfaces sensibles (acétate de plomb, cuivre amalgamé).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'emploi du chlorure d'acétyle comme agent de chloruration en chimie minérale*. Note [1] de MM. **André Chrétien** et **Gustave Oechsel**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous expérimentons depuis plus de deux ans une méthode de chloruration de certains oxydes métalliques par le chlorure d'acétyle liquide.

Ce dernier est agité mécaniquement en présence de l'oxyde, qui disparaît plus ou moins rapidement avec réaction plus ou moins vive. Il est parfois nécessaire de modérer la réaction en opérant à basse température (entre 20° et — 60°) ou en diluant par un liquide inerte : chloroforme par exemple.

On utilise deux appareils, tout en verre. L'un (*fig.* 1) comprend quatre tubes en série. Le tube à réaction, A, porte un rodage avec tubulure guidant l'agitateur. Son contenu est isolé de l'air ambiant par une fermeture à liquide. Les tubes C et D sont des barboteurs destinés à retenir gaz et vapeurs provenant de l'évaporation, en vue de l'analyse, du liquide obtenu. Le tube B assure une protection contre les risques de variation accidentelle de la pression.

Le second appareil (*fig.* 2) porte une plaque de verre poreux permettant la filtration du liquide. Une légère suppression d'azote maintient le liquide au-dessus du filtre pendant l'agitation.

Nos recherches sont limitées à des essais de préparation de chlorures supérieurs facilement décomposables par la chaleur et, par suite, inaccessibles par les méthodes usuelles de chloruration des oxydes, qui nécessitent toutes une température relativement élevée.

Voici un résumé de nos observations :

1° L'action du chlorure d'acétyle liquide sur un oxyde supérieur métallique conduit, en général, à un composé correspondant au degré d'oxydation mis en œuvre. On obtient soit le chlorure, soit un oxychlorure, soit un

---

[1] Séance du 17 janvier 1938.

composé d'addition peut-être complexe. Après réaction, de l'anhydride acétique est présent, généralement à l'état libre. Nous l'avons identifié, après séparation par distillation fractionnée, par ses propriétés physiques usuelles, si différentes de celles du chlorure d'acétyle, et par son hydrolyse lente.

Le produit formé, souvent peu stable, est extrait en le fixant sous forme d'une combinaison organique insoluble; le chlorhydrate de pyridine en est

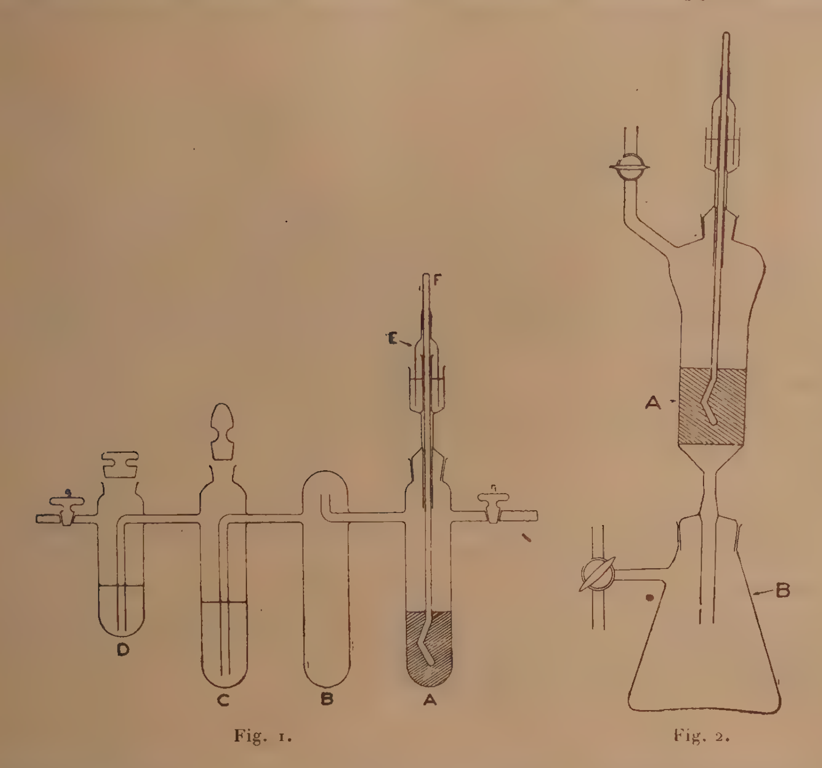


Fig. 1. Fig. 2.

généralement l'agent. Il est nécessaire d'opérer en l'absence d'humidité. On peut passer souvent de cette combinaison au corps chloruré.

Parfois, le corps chloruré est séparé de sa solution acétyle par addition d'un liquide convenable, sulfure de carbone par exemple, et refroidissement à très basse température. Par suite de l'intervention du phénomène de miscibilité partielle, le corps chloruré se concentre dans une couche et finit par cristalliser. Un appareil spécial de verre permet d'effectuer toutes les opérations et de laver le corps.

2° La chloruration de l'oxyde se fait vraisemblablement avec formation de différents intermédiaires. Il semble que le premier de ces termes est un composé d'addition, probablement très fugace, entre le chlorure d'acétyle et l'oxyde, qui conduirait par transposition de 2 at. de chlore à 1 at. d'oxygène à un composé d'addition entre un oxychlorure et l'anhydride acétique. La décomposition de ce second terme libérerait de l'anhydride acétique et, les étapes précédentes se retrouvant avec l'oxychlorure, on aboutirait finalement au chlorure avec mise en liberté à nouveau d'anhydride acétique.

La suite de ces réactions peut être plus ou moins complète suivant les cas, d'où la variété possible du produit de la chloruration. Nous pouvons déjà présenter des exemples correspondants à chacune de ces possibilités. Ainsi :

l'oxyde d'uranium hexavalent UO^3 donne le composé d'addition $UO^2Cl^2, (CH^3CO)^2O$, poudre cristalline jaune pâle;

l'oxyde de vanadium pentavalent V^2O^5 donne l'oxytrichlorure $VOCl^3$, liquide jaune, soluble dans le chlorure d'acétyle avec une coloration rouge sang. Solution et corps pur donnent des fumées brunes denses à l'air humide:

l'oxyde de manganèse tétravalent MnO^2 donne, à 0°, le chlorure $MnCl^4$, soluble dans le chlorure d'acétyle avec une coloration violette. Cette solution, qui est très oxydante, se décolore par faible élévation de température, ou sous pression réduite, avec dégagement de chlore et précipitation de chlorure manganeux.

Le chlorure d'acétyle liquide apparaît donc comme un agent de chloruration intéressant en chimie minérale, qui étend avantageusement vers les basses températures la zone d'action des méthodes dérivées du procédé d'Œrsted (1824) de chloruration des oxydes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action, sur les amines primaires, de l'acide thiochronique et de l'acide 2,5-dichlorohydroquinone-3,6-disulfonique. Constitution de ce dernier et de l'acide euthiochronique.* Note de Mlle **Yvonne Garreau**, présentée par M. Georges Urbain.

L'acide dichlorohydroquinone-disulfonique, découvert par Hesse [1] en faisant agir la tétrachloro-*p*-quinone sur le bisulfite de sodium, est décrit

---

[1] *Ann. der. Chim.*, **114**, 1860, p. 293-337.

dans le traité de Beilstein (t. XI, p. 301) sous le nom d'acide 3,6-dichlorohydroquinone-2,5-disulfonique. La position relative *para* des deux oxhydriles résulte de la préparation indiquée ci-dessus. Quant à la position relative *para* des deux atomes de chlore et des deux groupes sulfonés, vraisemblable à priori, elle n'a été effectivement justifiée par aucune réaction et n'a été explicitement proposée par aucun auteur.

R. Nietzki et Alfred Humann ([2]) écrivent bien ces formules avec des positions relatives *para*, mais sans autre commentaire; ils ne voulaient sans doute que présenter plus clairement pour le lecteur un ensemble de réactions.

Des remarques analogues s'appliquent à l'acide dioxy-*p*-quinone-disulfonique ou acide euthiochronique, obtenu par Hesse ([1]), en particulier par action de la potasse à chaud sur le composé précédent.

La propriété, non signalée jusqu'ici, que possède l'acide 2,5-dichlorohydroquinone-3,6-disulfonique de réagir sur l'ammoniac et les amines primaires, en présence d'oxygène, permet d'établir sa constitution.

Action du 2,5-*dichlorohydroquinone*-3,6-*disulfonate de potassium sur la cyclohexylamine.* — Si, à une solution de 2,5-dichlorohydroquinone-3,6-disulfonate de potassium, on ajoute quelques gouttes de cyclohexylamine, il apparaît rapidement un précipité qui présente toutes les propriétés que j'ai indiquées pour le 2,5-dicyclohexylamino-1,4-quinone-3,6-disulfonate de cyclohexylammonium ([3]). En particulier, traité par HCl dilué, il donne la 2,5-dicyclohexylamino-1,4-quinone, dont j'ai établi précédemment la constitution ([3]). Les deux groupes sulfonés qui ne sont pas intervenus au cours de la réaction sont en *para*. Les deux atomes de chlore étaient donc en *para*. Ceci confirme d'ailleurs le mécanisme le plus simple à imaginer de la réaction que je viens de décrire : oxydation de la fonction *p*-diphénol, donnant la fonction *p*-quinone et remplacement des deux Cl par deux groupes azotés.

Identité des sels de potassium de l'acide euthiochronique de Hesse, de l'acide dioxyquinone-disulfonique de Pinnow et de l'acide 2,5-*dioxy*-1,4-*quinone*-3,6-*disulfonique.* — J'ai répété les préparations indiquées par Hesse pour l'euthiochronate de potassium, et par J. Pinnow ([4]) pour son dioxyquinone-disulfonate de potassium de composition identique au précédent, et j'ai comparé ces deux composés à celui qui se forme par action d'une lessive

---

([2]) *Ber. d. Chem. Ges.*, 38, 1905, p. 453 et 454.

([3]) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 692.

([4]) *J. f. pr. Ch.*, 98, 1918, p. 81.

étendue de potasse à chaud sur l'un des dérivés disulfonés que j'obtiens en oxydant par l'air en présence de $Cu(OH)^2$ un mélange d'hydroquinone et de sulfite d'ammonium ou d'amines primaires. Ces trois composés apparaissent sous le même aspect, ils sont insolubles dans l'eau froide, un peu solubles dans l'eau bouillante, insolubles dans les lessives alcalines étendues, insolubles dans l'alcool, l'acétone et les solvants usuels même bouillants. De plus, leurs diagrammes de diffraction de rayons X de Debye-Scherrer sont superposables. Il est alors légitime de conclure à leur identité. La formule de constitution (II) résulte immédiatement de sa formation à partir du 2,5-dicyclohexylamino-1,4-quinone-3,6-disulfonate de cyclohexylammonium (IV) en tenant compte, pour ce qui concerne l'hydratation d'un des groupes =CO, des remarques de Pinnow ([1]).

OH; KO^3S, Cl; Cl, SO^3K; OH

(I).

OH OH; KO^3S, OK; KO, SO^3K; O

(II)

HO SO^3K; KO^3S, SO^3K; KO^3S, SO^3K; O

(III).

O; $H^2NH^{11}C^6$, HO^3S, $HNH^{11}C^6$; $C^6H^{11}NH$, SO^3H, $C^6H^{11}NH^2$; O

(IV).

Action du thiochronate de potassium sur la cyclohexylamine. — Hesse a montré qu'en traitant le thiochronate de potassium (III) par KOH à chaud, on obtient l'euthiochronate de potassium (II). J'ai pu, en remplaçant la potasse par l'ammoniac ou les amines primaires, obtenir des combinaisons résultant du remplacement d'un groupement sulfoné par un oxhydrile, de deux autres par deux groupes azotés, les deux SO^3H restant étant en *para*.

Par exemple, si, à une solution chaude de thiochronate de potassium, on ajoute de la cyclohexylamine, on obtient le 2,5-dicyclohexylamino-1,4-quinone-3,6-disulfonate de cyclohexylammonium (IV). Ce remplacement facile de deux groupes SO^3H par des groupes aminés est, à ma connaissance, exceptionnel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence de quelques facteurs sur la formation d'ammoniac par ébullition de protéines avec des solutions alcalines de potasse*. Note [1] de M. **Georges Laude**, transmise par M. Richard Fosse.

1. Nous avons montré [2] que l'hydrolyse de la gélatine, de la caséine et de la fibrine par des solutions alcalines de potasse conduit à la production d'ammoniac dont la formation en fonction du temps peut être représentée

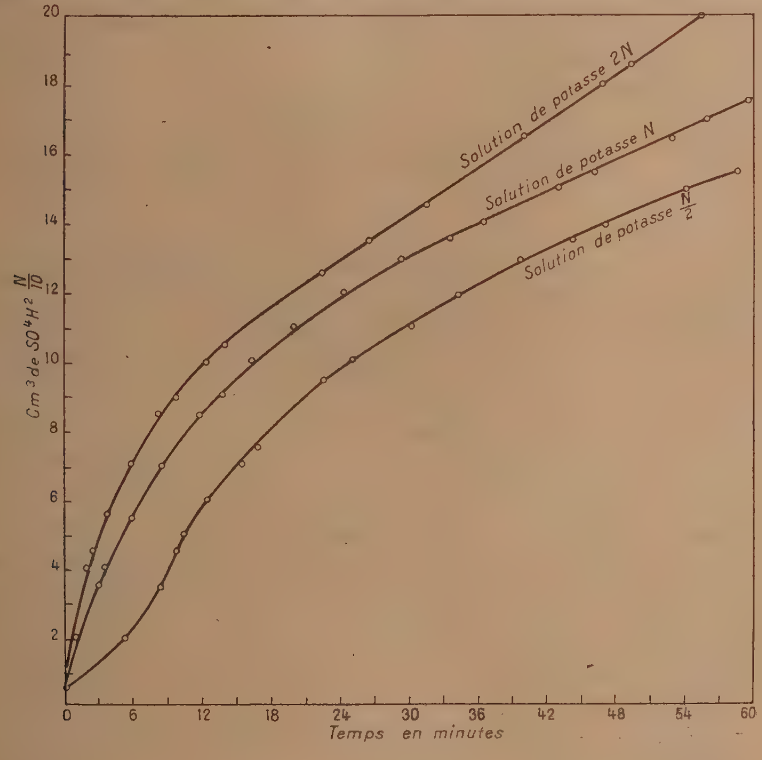


Fig. 1.

par des courbes faisant apparaître un caractère différentiel entre ces composés.

2. Ces résultats ont été établis pour :

Poids de matière mis en expérience, 3^{g}.

Volume de solution de potasse normale utilisé, 150$^{cm^3}$.

---

[1] Séance du 10 janvier 1938.

[2] *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1428.

Ce volume de liqueur alcaline a été adopté une fois pour toutes afin d'obtenir une distillation régulière et aussi pour permettre éventuellement d'autres recherches sur le liquide non passé à la distillation.

Les autres facteurs pouvant alors varier sont le poids de matière mis en expérience et la concentration de la solution de potasse.

C'est l'influence de ceux-ci qui fait l'objet de la présente Note, et elle a été étudiée en opérant sur la gélatine.

3. Le réseau de courbes 1 représente la formation d'ammoniac résultant de l'hydrolyse de 3g de gélatine par 150cm³ de solutions de potasse binormale, normale et demi normale.

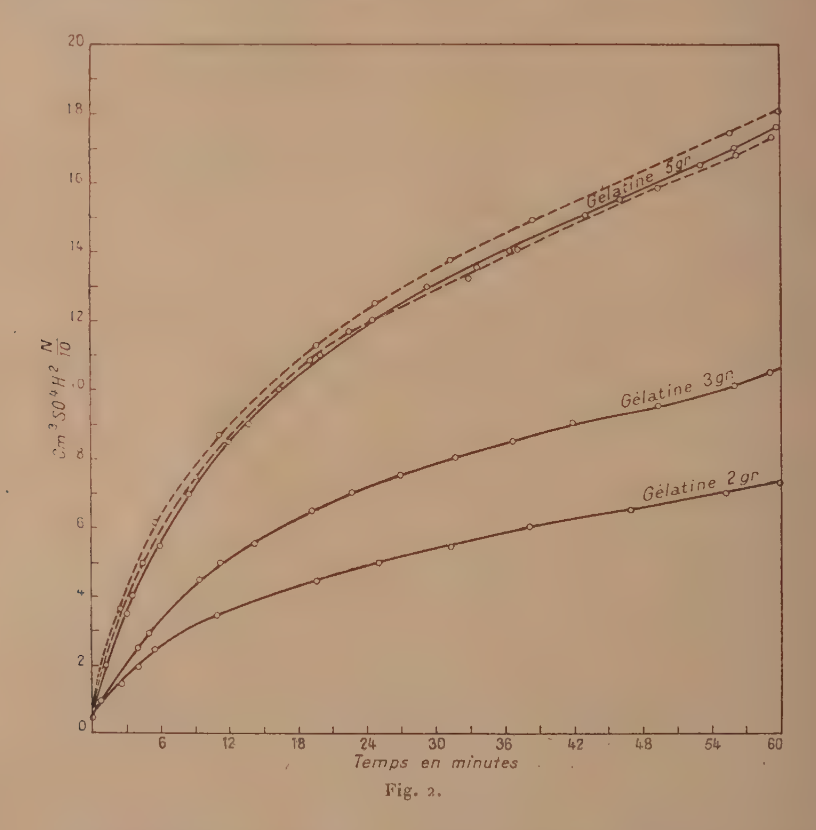


Fig. 2.

L'hydrolyse dépend donc de la concentration de la liqueur alcaline. Pour nos recherches nous adopterons la concentration normale.

4. Le réseau de courbes 2 représente la formation d'ammoniac résultant de l'hydrolyse de poids variables de gélatine (2g, 3g et 5g) par des volumes

égaux (150^{cm^3}) de solution de potasse de même concentration (solution normale).

Il en résulte que, dans les conditions indiquées, les courbes précédentes peuvent se déduire de l'une d'entre elles en multipliant les ordonnées relatives à celle-ci par un facteur convenable. Les courbes ainsi construites par le calcul se rapprochent très sensiblement de celle obtenue expérimentalement, et l'écart entre elles est du même ordre de grandeur que celui existant entre des courbes expérimentales représentant une série d'expériences faites dans les mêmes conditions.

Ce résultat permettra, éventuellement, d'expérimenter sur un poids de matière inférieur à celui auquel nous rapportons toutes nos mesures (3^g). Ce sera le cas d'un composé de faible solubilité pour lequel une expérience serait impossible à réaliser avec le poids de matière adopté.

MINÉRALOGIE. — *Utilisation des hautes températures et des hautes pressions réalisées dans la détonation d'explosifs pour la reproduction artificielle de minéraux : zincite et willémite.* Note de MM. **Albert Michel-Lévy** et **Jean Wyart**, présentée par M. Georges Urbain.

A la suite des expériences de micropyrotechnie que l'un de nous poursuit avec M. H. Muraour, on a fait détoner des explosifs brisants au contact de substances minérales dans des bombes d'acier. Nous avons voulu nous rendre compte si les hautes températures et les hautes pressions ainsi réalisées favorisent la production de corps cristallisés analogues aux minéraux des roches. Dans ces conditions la matière passe à l'état fondu ou gazeux et se trouve divisée à l'extrême. Il se forme un nuage où prennent naissance, par attraction moléculaire, de petites sphères de verre allant du millième à quelques centièmes de millimètre de diamètre; très riches en bulles gazeuses, elles ont l'aspect de ponces.

En soumettant les produits de la détonation, gaz sous pression et particules fondues, à des recuits, on a obtenu des matières cristallisées. La bombe utilisée est constituée par deux tubes de laiton, fermés à une extrémité et s'emboîtant l'un dans l'autre; ils sont placés au centre d'un cylindre en acier à parois épaisses. La chambre d'explosion a un volume de 4^{cm^3}. La bombe ainsi constituée est placée dans un four électrique à l'intérieur d'une armature protectrice en acier.

Les premières expériences ont été réalisées en mettant uniquement dans le tube de laiton quelques milligrammes de perchlorate de diazo de métani-

traniline, explosif très sensible qui assure une bonne détonation lorsque la température atteint environ 150°, et $0^g,4$ à $0^g,8$ d'hexogène, explosif très brisant et donnant des gaz très chauds (3 à 4000°). La bombe a été laissée ensuite 5 jours dans le four électrique à 400°.

La détonation survient dans la première demi-heure de l'expérience, soumettant la matière, pendant 3 à 4 millioniêmes de seconde, à une température d'au moins 4000° et à une pression de plus de $4\,000^{kg}$ par centimètre carré; la température doit retomber aux environs de 200° pour remonter, environ un quart d'heure plus tard, à la température du four électrique (400°). Les gaz de l'explosion se sont maintenus sous une pression de l'ordre de 200^{kg} par centimètre carré pendant le temps de recuit; la conservation de ces gaz sous pression a été contrôlée par l'arrachement du fond du cylindre intérieur au moment du sciage de la bombe, nécessité pour son ouverture, après son refroidissement.

Bien qu'on n'ait introduit dans la bombe, sous forme d'explosifs, que des substances organiques, on retrouve, à la fin des expériences, une substance minérale constituant sur les parois de laiton une croûte continue d'un blanc rosé de 1 à 2/10e de millimètre d'épaisseur; elle apparaît, sous le microscope polarisant, comme un agglomérat de petits cristaux biréfringents. Un spectre de rayons X ($K\alpha$ du cuivre) donne une confirmation de cette cristallisation parfaite et révèle que la substance est de l'oxyde de zinc ZnO, cristallisé comme la zincite. Le laiton, constituant les parois intérieures de la bombe, cède donc une partie de son zinc qui s'oxyde.

Dans d'autres expériences, conduites dans les mêmes conditions, on a mélangé au préalable $0^g,2$ de poudre fine de silice amorphe, précipitée chimiquement, avec $0^g,8$ d'hexogène et le même détonateur. A son ouverture, l'intérieur de la bombe a montré, accumulée sur ses parois, une croûte, en partie constituée par un verre ponceux, à la surface de laquelle sont nés, groupés en nids, glomérules ou rosettes, de fines aiguilles prismatiques à symétrie ternaire, le plus souvent bi-pyramidées, avec les formes du prisme $d^1(1\bar{1}0)$ et du rhomboèdre $p(100)$. Ces aiguilles sont transparentes, biréfringentes, à allongement positif et d'indices compris entre 1.65 et 1.71; leur longueur peut dépasser 1^{mm} et leur largeur 5/100e de millimètre; quelques débris sont riches en inclusions gazeuses. Nous avons imaginé que ces aiguilles étaient de la willémite Zn^2SiO^4, résultant de la combinaison de la silice avec l'oxyde de zinc, mis en évidence dans la première série d'expériences. Des diagrammes de rayons X ont confirmé cette hypothèse.

Sur la paroi plus froide du chapeau cristallisent des prismes aplatis

hexagonaux jaunes de zincite; dans certaines expériences il s'est également formé des cristaux de graphite.

Ainsi, partant d'un précipité de silice amorphe dans une enceinte de laiton, nous avons obtenu, par la détonation d'explosifs, la willémite parfaitement cristallisée, née en milieu gazeux à la suite d'une très brève production de haute pression et de haute température. Cette synthèse n'a pu se faire que par pneumatolyse, dans une atmosphère où la silice est probablement à l'état moléculaire.

GÉOLOGIE. — *Stratigraphie des formations dinantiennes du Bassin de l'Ardoisière, près de Vichy (Allier).* Note de M. **Marcel Chichery**, présentée par M. Charles Jacob.

En amont de Vichy, la vallée du Sichon recoupe, pendant une quinzaine de kilomètres, un massif de terrains primaires connu sous le nom de Bassin de l'Ardoisière, dans lequel Murchison, puis Julien (1) découvrirent autrefois des gisements fossilifères viséens. Il nous a paru que la coupe de la vallée du Sichon méritait une révision stratigraphique et paléontologique détaillée. A cet effet, nous avons levé une carte minutieuse au 1/50000e du bassin, en recherchant avec soin les niveaux fossilifères permettant une chronologie précise. Nos conclusions diffèrent notablement de celles de nos prédécesseurs (2). Nous avons distingué entre Cusset et Aronnes, c'est-à-dire stratigraphiquement du haut en bas, la succession suivante :

1° *Étage des Tufs anthracifères.* — Cet étage représente le sommet de la série dinantienne. Ce sont des tufs volcaniques, appelés par les auteurs Tufs porphyritiques, orthophyriques, microgranulitiques, rhyolitiques ou dacitiques, contenant rarement des coulées de lave, mais passant fréquemment à des formations sédimentaires détritiques. Leur épaisseur, difficilement estimable en raison de leur manque de stratification, doit se chiffrer par plusieurs milliers de mètres. Vers leur base, ces tufs alternent avec des assises schisteuses. Nous avons découvert, dans un banc de tuf de cette zone de passage, sur le chemin forestier du Pont de l'Ardoisière aux Vaux, les fossiles suivants, déterminés avec le concours de M. le Chanoine Delépine : *Productus pyxidiformis* de Koninck, *Productus hemisphericus* Sowerby, *Productus Martini* Martin. On peut considérer que cet horizon représente la limite $D^1 - D^2$, ou la base de la zone D^2 des auteurs anglais, c'est-à-dire la zone à *Glyphioceras crenistria* de la base du Viséen supérieur. Au reste, les schistes interstratifiés avec ces tufs ont

(1) *Le terrain carbonifère marin de la France centrale*, 1896.

(2) Alb. Michel-Lévy, *Bull. Serv. Carte Géol. France*, 18, n° 120, 1908.

livré un *Lepidodendron*, probablement *L. acuminatum* Gœppert, que l'on trouve précisément en Moravie dans la zone à *G. crenistria*.

Ainsi l'étage des Tufs anthracifères, qui surmonte ce niveau, peut être exactement rapporté au Viséen supérieur.

2° *Étage des Grauwackes et Poudingues.* — Sous les assises précédentes, on rencontre environ 150^m de grauwackes plus ou moins décalcifiées, fossilifères, reposant sur 500^m de poudingues, d'abord à galets de quartzite et de calcaire, avec lits de calcaires à entroques interstratifiés, puis à la base, sans calcaire. Julien a décrit non moins de 82 espèces provenant du niveau des grauwackes, récoltées en des points aujourd'hui envahis par la végétation. Mais des circonstances matérielles ayant retardé la révision aujourd'hui en cours de sa collection, nous avons recherché, et découvert des gisements nouveaux du même horizon. Le principal se trouve sur le chemin forestier du Pont de l'Ardoisière aux Vaux. Nous avons déterminé, avec la collaboration de M. Delépine : *Productus Cora* d'Orbigny, *Productus hemisphericus* Sowerby, *Chonetes papilionacea* Phillips, *Schizophora* (*Sch. resupinata* Martin) *Spirifer striatus* Martin, *Spirifer bisulcatus* Sowerby, *Reticularia*, *Phillipsia Eichwaldi*, *Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim.

D'après cette faune, le sommet des Grauwackes représente la limite S^2 — D^1, ou la zone D^1, c'est-à-dire la partie supérieure du Viséen moyen, et non point la base du Viséen inférieur, ainsi qu'on le pensait. Dans ces conditions, on peut attribuer au Viséen moyen, avec certitude, la zone des Grauwackes fossilifères et avec une grande probabilité, les poudingues situés au-dessous.

3° *Étage schisto-gréseux de l'Ardoisière.* — L'étage des grauwackes et poudingues est brutalement coupé par une faille importante, traversant la vallée du Sichon au niveau du restaurant de l'Ardoisière. Au delà commence un puissant complexe de schistes ardoisiers, noirs, très plissés, passant vers la base à des grès grossiers, reposant eux-mêmes sur un cordon de poudingues que nous avons découvert au Moulin-Chaulnier. Aucune raison ne permet d'exclure cet étage de la série dinantienne. Il a typiquement le faciès Culm et, d'ailleurs, dans le massif voisin de Ferrières, où la suite stratigraphique n'est pas coupée par une faille, on voit les schistes ardoisiers se fondre progressivement dans l'étage des grauwackes et poudingues. Jusqu'à preuve du contraire, il convient donc de considérer l'étage schisto-gréseux de l'Ardoisière comme du Dinantien indéterminé et, très probablement, comme du Viséen à faciès subsident.

4° *Complexe andésitique d'Arronnes.* — L'individualité de cette formation, située stratigraphiquement sous le poudingue du Moulin-Chaulnier, avait échappé jusqu'ici aux observateurs. Il s'agit d'une importante masse d'andésites et de tufs andésitiques, identique en tous points à la formation des *Cornes vertes* du pays d'Urfé, en Forez, récemment étudiée par J. Jung et O. Vachias [3]. Conformément à leur opinion, on peut en faire du Dévonien, du fait de l'existence d'une lentille de calcaire récifal à Grésolles, dans la vallée de l'Aixe. Mais ce point reste entièrement hypothétique. En tous cas, dans le Forez, le Viséen est transgressif sur la formation andésitique et il semble bien qu'il en soit de même à Arronnes.

([3]) J. Jung et O. Vachias, *C. R. Soc. Géol. France*, 1937, p. 81.

Sous le complexe andésitique, la coupe stratigraphique est interrompue par des intrusions de porphyre granitoïde et de granite. Celles-ci sont postérieures au dépôt des Tufs anthracifères, puisque cet Étage est affecté par le métamorphisme de contact.

En résumé nous avons pu établir l'échelle stratigraphique suivante :

Étages locaux.	Synchronisme.	Notations de la Carte
Étage des Tufs anthracifères	Viséen supérieur	ρh^{IV}
Étage des grauwackes et poudingues	Viséen moyen	h^{V}
Étage schisto-gréseux de l'Ardoisière	Viséen ou Tournaisien	h^{V-VI}
Complexe andésitique d'Arronnes	Dévonien (?)	$hx\eta$

Ces niveaux se retrouvent dans toute l'étendue de la Montagne bourbonnaise et du Forez.

GÉOLOGIE. — *Le Dogger des Hauts-Plateaux et de la Moyenne Moulouya.* Note de M. **Georges Choubert**, présentée par M. Charles Jacob.

Au Bajocien et au Bathonien du Haut-Atlas décrits précédemment [1] s'oppose une série très différente tant dans les Hauts-Plateaux que vers la Moulouya. La limite des faciès dessinée en traits interrompus dans la figure accompagnant la description régionale du secteur étudié [2] passe au Nord de la crête majeure du Haut-Atlas qu'elle traverse au Dj. Mechkakour pour rejoindre le Dj. Djellalib.

Le Bajocien est représenté par des calcaires blancs compacts oolithiques ou dolomitiques passant à des dolomies cristallines. Ces calcaires, puissants de 400^m au moins, qui constituent presque la totalité de la Dahra depuis le bord de la Fosse du Haut-Atlas jusqu'à la Gada de Debdou, sont stériles sauf un horizon discontinu légèrement marneux qui apparaît vers leur sommet et qui a donné vers Bouloutane et l'oued Tissaf une faune variée de Brachiopodes et de Lamellibranches auxquels s'ajoutent *Sphærotiaris meandrina*, *Stomechinus multigranularis*, *Holectypus depressus*. Ces Oursins permettent peut-être de paralléliser ce niveau ainsi que les calcaires qui lui font suite sur 30^m à 50^m au Bajocien supérieur, désigné par *c* dans la Fosse du Haut-Atlas.

Au Dj. Mechkakour le passage de faciès s'effectue de la façon suivante :

---

(1) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 197.
(2) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 607.

a. les calcaires à *Cancellophycus* sont les premiers à se muer en calcaires dolomitiques; *b.* les marnes bajociennes diminuent d'épaisseur et montrent à leur base quelques lentilles récifales à *Sphærotiaris Kochlini*, puis passent brusquement (en moins de 100^m) à des calcaires. A leur sommet qui reste marneux un peu plus longtemps apparaît un puissant banc calcaire; *c.* enfin le banc terminal du Bajocien conserve son individualité et reste fossilifère encore pendant 2^{km} vers l'Est pour se confondre finalement avec le reste de la série calcaire.

Cet ensemble calcaire est séparé du Lias moyen des Hauts-Plateaux orientaux le long de la falaise entre Daya Nefouikha et le Dj. Nador par un coussinet de marnes rouges. Légèrement incliné vers l'Ouest, il est affecté de légères ondulations de détail. Il se relève au Nord-Ouest de la Moulouya dans le flanc oriental du Moyen-Atlas. La vallée de ce fleuve correspond à peu près à l'axe du large synclinal grâce auquel, entre les oueds Tissaf et Ouahar, un Bathonien très complet (atteignant 500^m) a été conservé. Celui-ci comporte : 1° 100^m de calcaires marneux jaunes à *Pholadomya Murchisonæ*, visibles jusqu'au delà de Bouloutane, 35^{km} à l'Est de la Moulouya; 2° 200^m de marnes, grises au Nord, jaunes au Sud, légèrement gypsifères. Peu fossilifères au Nord, elles ont donné à Assouag un *Holectypus depressus*, quelques *Perisphinctes* indéterminables et de nombreux Bivalves et Brachiopodes. A la Chebka Romana (20^{km} à l'Est de la Moulouya), ces marnes diminuent fortement d'épaisseur et n'ont plus que quelques dizaines de mètres. On retrouve ces deux complexes au Nord-Ouest jusqu'au pied du Moyen-Atlas (Feggous) avec une riche faune de *Pholadomya Murchisonæ* et Lamellibranches variés ainsi que *Rhynchonella Boyeriana*, *Badensis*, *Polonica*, *Walkeri*, *Zeilleria*, *Ornithocephala; Terebratula intermedia*, *oranensis*. *movelierensis*, *globata*. *etc.*

3° Dalle oolithique d'Assouag (50^m) avec *Acrosalenia hemicidaroides* et *Cliptopygus* sp. Ces calcaires deviennent rouges vers le Sud (Teniet Tine), passent aux dolomies et se terminent en biseau dans la Chebka Romana.

4° Marnes vertes gypsifères, très riches en petites huîtres (*O. acuminata*). Elles ont près de 100^m à Fretissa (25^{km} nord de Tissaf), 20^m au Guelb et Raza et se terminent en biseau en devenant rouges dans la Chebka Romana.

5° Du fait du pendage des couches vers l'Ouest, la série s'achève au Nif el Ogab par un complexe de grès rouges ou blancs et de marno-calcaires gréseux jaunes à *Acrosalenia spinosa*, *Rhynchonella Orbignyi* et petits Lamellibranches. Ses termes supérieurs semblent amorcer le passage au Callovien, mais l'étage lui-même n'est développé nulle part.

Vers les Hauts-Plateaux, à l'Est du méridient de Bouloutane, le Bathonient ne subsiste plus sur la série calcaire bajocienne qu'à l'état de rares lambeaux épargnés par l'érosion antécénomanienne.

Ceux du Nord (région est de Bouloutane et Séfoula) sont réduits au terme 1 de la coupe du Bathonien de la Moulouya. Ceux du Sud (région de Hassi el Ahmar) ne subsistent que sur quelques dizaines de mètres d'épaisseur et leur faciès ressemble à celui du Bathonien dans la Fosse du Haut-Atlas. Il est impossible de fixer la limite de la mer bathonienne vers l'Est.

Les observations réunies dans cette Note et dans les précédentes font apparaître l'évolution des régions naturelles définies au Lias.

Au Bajocien, la sédimentation essentiellement marneuse de la Fosse du Haut-Atlas passe latéralement comme au Lias à la sédimentation calcaire peu profonde des Hauts-Plateaux.

Au début du Bathonien les faciès deviennent uniformes néritiques dans les deux régions. L'absence des jalons complets empêche de préciser si le bassin du Haut-Atlas communiquait avec celui de la Moyenne Moulouya. Mais de part et d'autre la sédimentation s'est poursuivie durant la fin du Bathonien, probablement jusqu'au début du Callovien, avec un type néritique ou côtier (Chebka Romana). Le comblement du bassin atlasique s'est terminé au Jurassique supérieur par des dépôts continentaux.

Quant au Golfe de la Moulouya, il s'est rétréci graduellement à partir du Bathonien (horizon 3 ci-dessus) et les grès de Nif el Ogab y marquent le dernier terme marin.

PHYSIQUE DE L'ATMOSPHÈRE. — *L'étude fine des variations de température de l'air libre à bord d'un avion.* Note (1) de M. **Hubert Garrigue**, présentée par M. Charles Fabry.

Les recherches qui m'ont été confiées par le Ministère de l'Air, à titre de collaborateur bénévole, m'ont amené à poursuivre une idée de Joseph Devaux (2) et à l'adapter à des mesures en avion : l'étude fine des varia-

(1) Séance du 10 janvier 1938.

(2) Les lignes suivantes contenues dans le dernier rapport du Commandant Charcot, expédié de Reykjavik le 9 septembre 1936, se rapportent aux travaux de Joseph Devaux, l'une des victimes de la catastrophe du *Pourquoi-Pas?* : «... des essais d'instruments

tions de température d'un fluide au moyen des couples thermoélectriques.

L'étude de la température de l'air libre à bord d'un avion a déjà été faite par Idrac (Rapport sur la Mission d'Aérologie en Syrie, MM. Idrac et Wackenheim, *La Météorologie*, mai-juin 1936, p. 304-314), mais à une échelle moins fine (0°,10 C.) que celle adoptée pour mes mesures (0°,005 C.) et sans enregistrement.

L'installation des appareils que j'ai réalisée et mise au point sur l'avion comporte, outre un enregistreur d'accélération verticale et de roulis, un barographe et un cylindre horaire sur lequel le pilote inscrit les détails du vol :

1° une batterie de 93 couples thermoélectriques cuivre-constantan;

2° un galvanomètre enregistreur à courte période, *insensible aux trépidations, aux chocs et à l'inclinaison.*

La batterie est exposée, en bout d'aile de l'avion, à l'air libre non perturbé et reliée, par une ligne électrique de grosse section, à deux des bornes d'un inverseur en cuivre, de résistance de contact négligeable, installé au poste de pilotage. L'inverseur permet au pilote, en cours de vol, de brancher le galvanomètre soit, pour enregister son zéro, sur une résistance convenable, soit sur la batterie de couples.

Les deux séries de soudures des couples thermoélectriques ont même inertie calorifique : l'une d'elles est exposée à l'air libre, l'autre est enfermée dans un boîtier percé d'ouvertures convenant à l'équilibrage de sa pression intérieure avec la pression statique du milieu.

La conductibilité thermique le long des fils constituant chaque élément thermoélectrique a été calculée de telle sorte que l'échange de chaleur entre les deux séries de soudures suffise à rétablir l'égalité de leur température, avec une rapidité appropriée aux conditions moyennes d'emploi (autostabilisation).

Quant aux dimensions des couples, le fil de cuivre a un diamètre de $0^{mm},1$, le fil de constantan, $0^{mm},5$; la longueur de chacun est 12 à 14^{mm}. La surface frontale de la batterie est 15^{cm^2}. Sa résistance électrique est 5,6 ohms.

Le galvanomètre a pour période complète 0,64 seconde.

Étalonnage en laboratoire. — La batterie de couples est branchée sur le galvanomètre. Sa température ayant été préalablement stabilisée à la

---

enregistreurs de température de l'eau de mer et de l'air ont été poursuivis avec des résultats encourageants...» [Extrait de *Jean-Baptiste Charcot* (*Bulletin de Noël* 1936, *du Yacht-Club de France*, p. 250)].

valeur t_1, on l'expose brusquement au vent d'une soufflerie, de vitesse connue $v = 30$ m/sec., et de température uniforme et constante t_2. Le déplacement du spot du galvanomètre qui en résulte est enregistré photographiquement à grande échelle : son élongation croît, passe par un maximum, puis décroît.

Ce maximum, qui correspond, d'après les caractéristiques connues du galvanomètre et de la batterie, à une différence de température $\Delta\theta$ des deux séries de soudures, est proportionnel à $(t_1 - t_2)$; il est atteint au bout du temps $T = 0,5$ sec. Le rapport $\Delta\theta/(t_1 - t_2)$ représente le *rendement* de la batterie, il a pour valeur 0,5 sec. T représente le temps de réponse.

Le spot revient à sa position initiale en 5 à 10 secondes : c'est ce qui caractérise l'autostabilisation de la batterie.

L'examen des enregistrements permet de déduire les différentes valeurs de $(t_1 - t_2)$ correspondant à la même élongation du spot du galvanomètre atteinte en des temps τ inférieurs au temps de réponse T. C'est ce que montre le tableau ci-dessous pour la plus petite élongation ($0^{mm},2$) mesurable avec sûreté sur l'enregistrement obtenu en vol. J'ai indiqué également la grandeur de la particule d'air qui correspond aux diverses valeurs de τ, lorsque la batterie se trouve dans les conditions naturelles d'utilisation, en avion, à la vitesse de 30 m/sec :

Temps (τ) en (seconde).	Grandeur de la particule (vitesse 30 m/sec.).	Écart de température $(t_1 - t_2)$ correspondant à la même élongation du spot : $0^{mm},2$.
	m	°C.
0,5 à 0,4 (temps de réponse)	15 à 12	0,0024
0,35	10	0,003
0,3	9	0,004
0,2	6	0,007
0,1	3	0,016

Pour des temps inférieurs à 0,1 sec (particules inférieures à 3^m), l'inertie de l'équipage mobile du galvanomètre diminue rapidement la sensibilité de l'appareil.

Premiers résultats. — Dans des vols effectués aux environs de Pau on est arrivé au résultat suivant : dans certaines conditions il existe, dans l'atmosphère libre, des volumes d'air s'étendant sur plusieurs centaines de mètres, où la température est parfaitement stable; sur les éléments successifs d'une dizaine de mètres, les écarts de température ne dépassent pas quelques millièmes de degré.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Enregistrements d'atmosphériques et prévision des orages.* Note de M. **Roger Failllettaz**, présentée par M. Charles Maurain.

J'ai indiqué (1) le principe d'un appareil basé sur l'accumulation itérative de l'énergie des atmosphériques dans un condensateur et destiné à déceler les perturbations orageuses proches. J'ai indiqué également quelques-uns des premiers résultats obtenus avec cet appareil à Tamanrasset (Hoggar) durant l'année polaire. Un appareil du même genre, mais perfectionné sur bien des points, fut installé par la suite à l'Observatoire de Trappes où il fonctionne depuis octobre 1936.

Plusieurs auteurs ont tenté d'effectuer des enregistrements d'atmosphériques sur ondes moyennes, courtes ou très courtes, mais ils semblent s'être heurtés à de sérieuses difficultés et, à ma connaissance, il n'existe encore aucun enregistrement systématique de ce genre. La solution de ce problème est pourtant très importante; du point de vue théorique elle se rattache à l'étude des phénomènes de propagation sur une gamme de longueurs d'onde particulièrement favorable à l'enrichissement de nos connaissances sur la structure et le rôle des couches ionosphériques; du point de vue pratique, pour la météorologie et surtout pour l'aviation, elle touche à un but dont l'intérêt s'accroît chaque jour : la prévision des orages.

Dans une région désertique et à la latitude de Tamanrasset (22°41'N), la technique des enregistrements d'atmosphériques sur ondes courtes présente moins de difficultés du fait de l'absence de brouillages radioélectriques et du fait de la proximité des sources orageuses tropicales. Les résultats obtenus pouvaient donc être considérés comme exceptionnels. Mais les enregistrements de Trappes prouvent que le problème peut également être résolu sous nos latitudes, même à proximité de Paris où les brouillages radioélectriques sont très nombreux. L'enregistreur a fonctionné pendant 14 mois d'une manière satisfaisante; les lacunes dans les enregistrements ne sont dues qu'à des imperfections mécaniques auxquelles il sera progressivement remédié.

En ce qui concerne le phénomène de propagation et la variation diurne de l'activité des atmosphériques, l'examen des diagrammes conduit aux remarques suivantes :

---

(1) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1647.

1° En l'absence d'orages proches, et pour une sensibilité donnée et constante de l'enregistreur, l'activité des atmosphériques est nulle entre le moment du lever et du coucher du Soleil.

2° L'activité commence brusquement au coucher et cesse brusquement au lever du Soleil.

3° L'allure nocturne des courbes n'est pas la même que sur les grandes ondes; il n'y a pas de maxima nocturnes principaux nettement dessinés; les courbes sont généralement morcelées en une multitude de maxima secondaires; seul un premier maximum nocturne a parfois tendance à être accentué.

4° J'ai noté sur certaines courbes la présence du *maximum satellite*, qui suit immédiatement la chute du moment du lever du Soleil et que R. Bureau a signalée, pour les ondes longues, dans plusieurs de ses travaux.

Des indications plus complètes sur la propagation ne peuvent être obtenues qu'en comparant ces enregistrements avec les enregistrements sur ondes longues; ce travail n'a pas encore été effectué.

En ce qui concerne la prévision des orages, l'expérience de l'été 1937 permet de relever les points suivants :

De jour, sur l'onde de 180^m ($F = 1667$ Kc/s) et pour une sensibilité de l'enregistreur compatible avec la nécessité d'éviter les brouillages radioélectriques ou les parasites industriels, la zone à l'intérieur de laquelle l'appareil décèle les orages est d'environ 200^{km}; la nuit, par suite de l'amélioration des conditions de propagation, la zone de sensibilité de l'appareil s'étend brusquement à plus de 1000^{km}.

L'enregistreur donne l'activité orageuse dans quatre directions principales; même pour des sources orageuses très proches, l'effet goniométrique est suffisant pour que l'on puisse en retirer un renseignement directionnel qualitatif.

Les modifications et perfectionnements techniques exécutés en vue de la prochaine saison orageuse visent l'augmentation de la sensibilité de jour, la diminution de la sensibilité de nuit et l'accroissement de l'effet goniométrique des cadres.

Le principe de l'appareil permet l'enregistrement de décharges même très isolées; j'ai pu vérifier ainsi à nouveau qu'en dehors de la décharge orageuse aucun autre phénomène naturel ne semble pouvoir être considéré comme producteur d'atmosphériques.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations magnétiques en Chine.* Note [1] de M. **Maurice Burgaud**, présentée par M. Charles Maurain.

Au cours d'une campagne au printemps dernier, nous avons occupé 38 stations réparties sur plusieurs provinces, notamment au Hunan, Kweichow et Kwangsi.

Nous donnons ci-après, réduites au 1er janvier 1937, les valeurs observées avec un magnétomètre Smith de campagne et son potentiomètre, le Chasselon petit modèle n° 24, l'inducteur Askania n° 98386 et une balance BM dont les aimants furent soigneusement étalonnés à la station magnétique de Zo-sè au départ et au retour. Un récepteur de T. S. F. portatif, le chronomètre compte-seconde Nardin n° 17733 donnant le 1/10e et un théodolite Aba complétaient l'équipement.

Dans le tableau ci-contre, les lettres A, C, Z indiquent les positions données soit par l'Atlas chinois [2], soit par la Carnegie, soit déterminées par nous-même; les longitudes tirées de ces sources différant parfois de plusieurs minutes.

Une anomalie magnétique faible existe aux environs de Panhsien; la déclinaison à cet endroit s'accuse en défaut de 14′ et la Force horizontale est en excès sur toute la région Annan-Kutsin-Sincheng.

Dans une précédente étude, nous avions tenté de dresser la carte magnétique de la Chine au 1er janvier 1936 [3]. Nous ajoutons donc au tableau pour chaque élément les écarts entre les nombres portés dans ce travail et les valeurs observées au cours de la campagne, ainsi que la variation séculaire de la déclinaison admise pour la période 1930-1936. Pour cet élément du champ terrestre, les mesures faites dans le sud du Kweichow, à l'est du Yunnan et au Kwangsi, indiquent des valeurs toutes inférieures aux nombres calculés. En ces régions la variation occidentale est donc encore plus petite que la valeur moyenne admise. Elle serait nulle actuellement, sinon orientale.

---

(1) Séance du 15 novembre 1937.

(2) *Atlas de la République de Chine,* par MM. Ting Ven-kiang, Hong Wen-hao, Tseng Se-yn.

(3) Observatoire de Zikawei, étude 40 sur le magnétisme terrestre.

Stations.	Latitude.		Longitude.		D occidentale. Obs.	ε.	Var. occid.	H. Obs.	ε.	Z. Obs.	ε.	I. Obs.
D'exacte répétition :												
	° ′		° ′		° ′	′	′	γ	γ	γ	γ	
Nanchang 1...	28.42,1	C	115.51	C	2.09,8	− 4,3	+0,1	35000	−100	31165	− 45	−
Nanchang 2...	28.40,3	Z	115.54	Z	2.08,1	− 6,0	−	35201	+101	31166	− 44	41.31,7
Yüanling.....	28.27,7	C	110.22,7	Z	1.32,2	− 2,5	+0,7	35666	+ 36	31305	+ 35	41.14,1
Changsha 1...	28.12,8	C	112.53	C	1.47,3	+ 0,6	+0,5	35594	+ 14	30739	+ 49	−
Changsha 2...	28.12,8	C	112.58	Z	1.42,1	− 3,7	−	−	−	−	−	−
Sihfeng......	27.06,5	C	106.45	C	1.03,0	− 2,0	+0,8	36475	+ 25	29496	− 14	−
Kweiyang 1...	26.34,0	C	106.42	C	1.00,1	− 2,7	+0,8	36702	− 8	28710	− 10	38.02,4
Kweiyang 2...	26.35,7	Z	106.42,5	Z	1.00,5	− 1,6	−	36676	− 34	28794	− 6	38.08
Hengchowfu..	26.55,0	C	112.33	C	1.29,4	+ 1,7	+0,3	36181	− 29	28919	+ 19	−
Yunnanfu (Koenming)...	25.04,2	C	102.42	C	0.42,8	− 2,7	+0,9	37657	+ 47	26344	+ 4	−
Kinyüan......	24.30,4	C	108.37,9	Z	0.53,8	− 2,1	+0,4	37563	+113	25353	− 87	−
Liuchow.....	24.19,8	C	109.24,1	Z	0.47,9	− 5,5	+0,2	37482	+ 42	25169	− 21	−
Répétition approchée :												
Chuchow.....	28.57	C	118.51	C	2.36,5	− 0,2	−0,1	34662	− 18	31210	− 30	−
Tsunyi.......	27.41,7	C	106.54,6	Z	1.08,3	− 1,6	+0,8	36170	− 30	30398	+108	−
Paoking......	27.15	C	111,27,5	Z	1.24,7	− 2,7	+0,6	36143	+ 3	29414	− 46	−
Tuyün.......	26.15,5	C	107.31,6	Z	1.01,7	− 2,8	+0,7	36840	+ 50	28204	+ 34	37.26,0
Kweilin......	25.17,7	C	110.17,2	Z	1.00,2	− 3,9	+0,4	37057	+ 7	26575	− 45	−
Autres stations :												
Kimen.......	29.51,5	Z	117.52,8	Z	2.39,5	− 5,5	−	−	−	32603	− 51	−
Kingtehchen..	29.18	A	117.12	A	−	−	−	34810	+100	31816	−184	−
Yükiang......	28.23,7	Z	116.54,7	Z	2.08,6	− 5,4	−	35119	+ 19	30623	−127	45.05
Tsinsien......	28.22,9	Z	116.15,2	Z	2.06,5	− 4,5	−	35218	− 2	30611	−189	−
Hokow.......	28.19,1	Z	117.42,4	Z	2.15,1	+ 2,1	−	35070	− 40	30541	+241	−
Tungtze......	28.08	A	106.48,6	Z	1.10,5	0,0	−	35977	+ 17	31010	−190	−
Ichun........	27.46,3	Z	114.22,9	Z	1.47,3	− 3,7	−	35643	+ 73	30030	− 70	−
Sanhwei......	26.57,8	Z	108.39,9	Z	1.10,5	− 1,5	−	36468	− 32	29161	+ 11	−
Chungan.....	26.46	A	107.51,6	Z	1.05,3	− 2,7	−	36596	+ 26	28961	− 39	−
Kweiting.....	26.35,1	Z	107.13,9	Z	1.02,5	− 2,5	−	36679	− 11	28650	− 10	−
Tingfan......	26.09	A	106.40,1	Z	0.56,3	− 5,7	−	36883	+ 63	28011	+111	−
Lingling......	26.07,0	Z	111.34,6	Z	1.12,7	− 3,3	−	36580	+ 60	27948	− 72	−
Chenning.....	26.07	A	105.45,9	Z	0.58,1	− 0,4	−	36966	+166	27990	+110	−
Tushan.......	25.49,7	Z	107.32,2	Z	0.57,5	− 4,5	−	36973	+ 53	27492	− 8	−
Annan.......	25.49	Z	105.13,0	Z	0.50,2	− 6,8	−	37049	+249	27607	−143	−
Panhsien.....	25.46,7	Z	104.38,9	Z	0.39,2	−13,8	−	37137	+277	27506	+ 56	−
Kütsing......	25.31,9	Z	103.48,2	Z	0.48,8	− 0,7	−	37250	+360	27126	−144	−
Sincheng.....	25.29,1	Z	105.10,3	Z	0.55,2	− 0,8	−	37240	+240	26981	−119	−
Lutsai........	25.18	A	107.24,7	Z	0.51,3	− 6,7	−	37181	+ 11	26653	+103	−
Anlung (Nanlung)....	25.04,0	Z	105.28,6	Z	0.48,2	− 3,8	−	37414	+174	26476	+126	−
Laipo........	24.32,0	Z	110.23,0	Z	0.54,6	+ 3,1	−	37288	− 92	25369	+119	−

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'une tortue fossile dans le Permien de Saint-Christophe (Aveyron).* Note de M. **Frédéric-Marie Bergounioux**, présentée par M. Charles Jacob.

Au mois de mai dernier, j'ai été averti par M. Pouget de la découverte d'une tortue fossile dans les environs immédiats de Saint-Christophe. Ce hameau est situé à 7^{km} au Nord de la route nationale 99 d'Albi à Saint-Affrique, entre Saint-Sernin et la Trivalle. Le chemin d'intérêt commun 106 E', qui suit d'abord le plateau des grès rouges, s'enfonce ensuite dans une sorte de cirque, au fond duquel se trouve Saint-Christophe, dominé par la côte 654. A 200^{m} avant l'entrée du village, des travaux récents pour l'élargissement du chemin ont mis à nu des bancs de grès compact, légèrement rougeâtre, de 1^{m} d'épaisseur, plongeant de 40° vers l'Ouest; entre les bancs s'intercalent des marnes de la même couleur, mais très friables et se délitant en fines écailles. La légende de la carte géologique au 1/80000ᵉ (feuille d'Albi) place ces terrains à la limite supérieure de l'Antunien formée « par des grès fins de couleur grise, légèrement rougeâtre, passant aux grès rouges supérieurs ». L'étude du gisement, faite avec M. Durand, chargé de la révision des terrains paléozoïques de la feuille d'Albi, nous a paru confirmer cette opinion sur l'âge du terrain.

C'est dans un de ces bancs de grès compact, le plus inférieur, presque au niveau de la route, qu'était prise la tortue fossile. Le dégagement de la pièce a été difficile et le plastron ventral est resté dans le bloc, qui a été tout entier transporté et qu'il est impossible de débiter sans faire subir de très graves détériorations à la partie conservée de l'animal. La carapace dorsale, seule visible, a, elle aussi, souffert. Au niveau du 3ᵉ écusson vertébral une large plaque a été arrachée par une forte poussée venue de l'arrière qui a comprimé la carapace, a fait saillir une vertèbre et resserré les écussons. De plus, on ne voit que quelques-unes des pièces osseuses formant la carapace, et il a fallu un très long examen pour reconstituer le contour des écailles superficielles.

Quoi qu'il en soit, la tortue de Saint-Christophe n'en demeure pas moins un remarquable spécimen. Sa longueur totale, en projection, est de 53^{cm} pour une largeur maxima de 42^{cm} et une hauteur de 15^{cm}. Élargie à l'avant au niveau d'une bordure marginale subhorizontale d'une largeur moyenne de $4^{cm},5$, elle se resserre à l'arrière, ce qui lui donne une allure cordiforme

caractéristique. Les écussons vertébraux sont remarquables par leur irrégularité. La bande marginale, d'abord subhorizontale à l'avant, se confond, au niveau du 3e écusson costal, avec la carapace dont elle continue la courbure générale.

L'ensemble de ces caractères permet de placer ce fossile parmi les tortues terrestres. L'étude détaillée actuellement en cours établit des affinités entre cette forme du Permien et *Testudo castrensis* Berg. [1] de l'Éocène de la région de Castres, espèce représentée au début du Tertiaire par de très nombreux spécimens.

La découverte de cette tortue fossile, qui correspond à une espèce et même à un genre nouveaux, permet de fixer un certain nombre de points intéressant l'évolution paléontologique du groupe des Chéloniens :

1° Les premières formes connues, *Triassochelys*, *Proganochelys*, *Proterochersis* et *Chelytherium*, étaient du Keuper germanique. Il est maintenant établi que le groupe existait dès le Permien.

2° Il m'avait semblé (*op. cit.*, p. 185) arbitraire de créer pour ces espèces primitives allemandes une superfamille des *Amphichelydés* qui serait le point d'origine de tous les Chéloniens tant pleurodires que cryptodires. L'événement confirme ma manière de voir, puisque, au Permien, on trouve une forme se rattachant étroitement aux cryptodires.

3° Enfin se trouve définitivement écartée l'opinion de M. Watson [2], d'après laquelle *Eunotosaurus africanus* Seeley du Permien moyen de l'Afrique du Sud pourrait être l'ancêtre des Chéloniens. A la même époque vivait sur le continent Nord-Atlantique une tortue parfaitement caractérisée et ayant une certaine ressemblance avec les animaux qui devaient peupler au Tertiaire le bassin lacustre du Castrais.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Évolution nucléaire de la baside et des basidiospores dans* Agaricus campestris (*var. cultivée*). Note de M. **André Sarazin**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

L'évolution nucléaire de la baside dans *Agaricus campestris* (var. cultivée) a été étudiée par Colson Barbara. Cet auteur compte 9 gemini

---

(1) F.-M. Bergounioux, *Mém. Soc. Géol. France*, nouvelle série, Mém. XXV, 1935, p. 53, Pl. II.

(2) *Proc. of Zool. Soc.*, 49, 1914, p. 1020.

à la diacinèse et donne pour n la valeur 9. Ayant repris cette étude, nous ne sommes pas parvenu aux mêmes résultats, car, dans toutes les variétés cultivées étudiées, nous n'avons trouvé pour n que la valeur de 4. Toutes nos fixations ont été faites au moyen du liquide de Helly. La jeune



baside (*fig.* 1) présente deux noyaux qui, à la maturité du carpophore, se fusionnent (*fig.* 2). Le noyau diploïde qui en résulte se gonfle immédiatement (environ trois fois son volume normal) et ne tarde pas à entrer en mitose hétérotypique. Au sein du noyau en prophase apparaissent des filaments fortement colorés par l'ématoxyline (*fig.* 3). Puis une contraction de la chromatine ou synizésis (*fig.* 5) survient et, le peloton s'étant relâché au pachytène (*fig.* 4), des filaments, paraissant doubles sur certaines parties de leur trajet, occupent la masse entière du noyau; c'est

le stade zygotène (*fig*. 6). Raccourcis au stade strepsitène, ils donnent naissance, à la diacinèse aux gemini (*fig*. 8). Ces derniers, d'abord formés d'entrelacements assez lâches, se contractent finalement en 4 gemini courts, mais nets en V ou en boucles (*fig*. 9, 10). C'est à ce stade très souvent qu'un centrosome apparaît au sein de la masse nucléaire. Il se divise et les deux centrosomes-fils se placent en position diamétralement opposée. En fin de prophase quatre couples de chromosomes sont disséminés à l'intérieur de la membrane nucléaire (*fig*. 11). A la métaphase, 8 chromosomes se trouvent massés à égale distance des deux centrosomes unis par un fuseau peu chromophile (*fig*. 12), la membrane nucléaire a disparu. Les chromosomes à l'anaphase émigrent vers leur centrosome respectif (*fig*. 13), on en distingue 2 groupes de 4 (*fig*. 14). A la télophase les chromosomes, accolés autour de leur centrosome, présentent 2 masses encore réunies par un fin tractus (*fig*. 15). Le nucléole persiste bien souvent jusqu'à l'anaphase, plus rarement jusqu'à la télophase (*fig*. 16); la membrane nucléaire, par contre, disparaît à la fin de la prophase.

Les deux noyaux-fils ne restent pas longtemps à l'état de repos (*fig*. 17). Le centrosome visible à la surface de la membrane nucléaire se divise (*fig*. 18) et les deux centrosomes-fils se placent en position diamétralement opposée, le noyau commençant sa mitose homéotypique. Après une courte prophase (*fig*. 20), il y a formation à la métaphase de quatre courts bâtonnets (*fig*. 21). A l'anaphase (*fig*. 22), huit chromosomes paraissant provenir d'une scission de ces quatre bâtonnets s'étalent entre les deux centrosomes. Réunis deux par deux par une fine traînée à la télophase (*fig*. 23), les quatre masses chromatiques donnent naissance à quatre noyaux dont le centrosome persistant est bien visible (*fig*. 24). La baside pousse deux stérigmates et les deux noyaux supérieurs se dirigent vers eux (*fig*. 25.) Dans cette migration, il nous a été impossible de préciser le rôle du centrosome. Bien qu'il apparaisse un corpuscule colorable à l'extrémité du stérigmate, la traînée cytoplasmique signalée par Maire, et qui le réunirait au noyau, ne nous paraît être due, dans ce cas, qu'à l'accumulation de chondriosomes émigrant à ce stade dans la basidiospore. Les deux noyaux pénètrent dans les basidospores après s'être déformés dans la traversée des stérigmates (*fig*. 26). Ils sont bientôt suivis par les deux autres noyaux qui, présentant les mêmes figures, passent dans les basidiospores (*fig*. 27), de telle façon, semble-t-il, que la basidiospore possède deux noyaux d'origine différente (*fig*. 28). Les deux noyaux de la spore (*fig*. 29) se divisent simultanément (*fig*. 30, 31), parfois deux fois

de suite, pour donner respectivement quatre (*fig.* 32) ou huit (*fig.* 33) noyaux. Dans quelques rares cas, un seul noyau passerait dans la basidiospore (*fig.* 34), la spore est alors uninucléée (*fig.* 35); la présence d'une seule mitose dans certaines spores (*fig.* 36) donnant naissance à deux noyaux (*fig.* 37) semblerait confirmer ce fait.

Notons enfin la présence de basides trisporées dues à une mitose supplémentaire portant le nombre des noyaux à six dans la baside, avant la formation des basidiospores.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Campanulacées. Développement de l'embryon chez le* Jasione montana *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Les lois embryogéniques, bien particulières, qui ont été établies au sujet du *Campanula patula* [1], sont également celles qui président au développement de l'embryon chez le *Jasione montana*. Ces lois définissent un mécanisme, à la fois compliqué et précis, qu'il est vraiment étonnant de voir se reproduire, dans tous ses détails, chez deux espèces fort différentes l'une de l'autre.

Les figures 1 à 9 permettent d'assister à la formation du proembryon octocellulaire à sept étages. Les quatre éléments inférieurs, *d*, *f*, *n* et *n'*, dérivant de la cellule basale du proembryon bicellulaire (*cb*, *fig.* 1), produisent la partie inférieure du suspenseur. Seules les quatre cellules supérieures, disposées en une tétrade en T, contribuent à la construction de l'embryon et entrent en ligne de compte dans l'expression des lois du développement.

Les deux cellules supérieures juxtaposées (*l*, *fig.* 9) donnent quatre octants supérieurs, puis la partie cotylée, par des processus de division tout à fait comparables à ceux qui ont été décrits au sujet du *Senecio vulgaris*. La cellule *ph* (*fig.* 9) produit quatre octants inférieurs, aux dépens desquels se développe la partie hypocotylée. Dans les figures 21, 22, on voit comment prennent naissance, aux dépens des premiers éléments de plérome, les quatre initiales de la stèle de la tige (*icc'*). La cellule *h* (*fig.* 9, 10, 11), se segmentant transversalement, donne deux éléments superposés *ha* et *hb* (*fig.* 12 à 15); *hb*, à son tour, se divisant de la même manière, engendre *hc* et *hd* (*fig.* 16 à 18). Des trois étages ainsi constitués, le premier, *ha*, produit les initiales de l'écorce de la racine et des cellules latérales de la coiffe; le deuxième, *hc*, donne la portion centrale de la coiffe et le troisième, *hd*, quelques éléments du suspenseur.

(1) R. Souèges, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 2009; *Titres et Travaux* (2e Notice), 1937, p. 22.

Les lois qui président au développement de ces formes embryonnaires, communes au *Campanula patula* et au *Jasione montana*, ont été condensées ailleurs (1937) dans un tableau qui détermine toutes leurs particularités. Elles permettent de définir un type de développement bien distinct, dont les caractères essentiels peuvent être résumés dans les propositions suivantes : 1° à une tétrade linéaire succède, comme chez quelques *Solanum*,

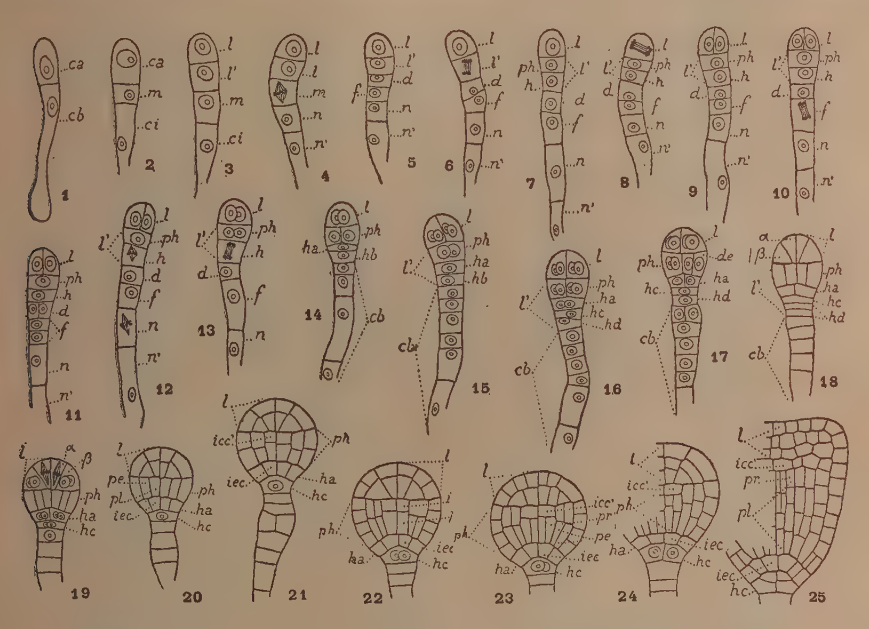


Fig. 1 à 25. — *Jasione montana* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca*, cellule apicale, et *cb*, cellule basale du proembryon bicellulaire; *m* et *ci*, cellules filles, et *d*, *f*, *n* et *n'* cellules petites-filles de *cb*; *l*, cellules filles juxtaposées de *ca*, ou octants supérieurs, ou partie cotylée; α et β, cellules filles de l'octant supérieur; *ph*, cellule fille supérieure de *l'*, ou octants inférieurs, ou partie hypocotylée; *h*, cellule fille inférieure de *l'*; *ha*, cellule fille supérieure de *h*, génératrice des initiales de l'écorce de la racine, *iec*; *hb*, cellule fille inférieure de *h*; *hc*, cellule fille supérieure de *hb*, génératrice du primordium de la coiffe; *hd*, cellule fille inférieure de *hb*, donnant quelques éléments du suspenseur; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *icc'*, initiales de la stèle de la tige. G. = 320.

un proembryon octocellulaire à sept étages, qui comporte quatre cellules supérieures formant une tétrade en T et quatre cellules inférieures superposées; 2° l'étage supérieur, *l*, dérivant de la cellule fille supérieure de la cellule apicale, donne la partie cotylée, par des processus qui rappellent ceux qui ont été observés chez les Composées; 3° l'étage subterminal, *ph*, prend la plus grande part à la construction de l'embryon : il produit

l'hypocotyle tout entier, c'est-à-dire les rudiments de la tige hypocotylée et de la racine; 4° les initiales de l'écorce de la racine et le primordium de la coiffe se constituent aux dépens de deux étages proembryonnaires différents, par des processus de division comparables à ceux qui ont été décrits au sujet des Composées.

PHARMACODYNAMIE. — *Effets cardiovasculaires de l'extrait fluide de* Gelsemium sempervirens. Note de MM. **Raymond Cahen** et **E. Moisset de Espanès**, présentée par M. Maurice Javillier.

L'action cardiovasculaire du *Gelsemium sempervirens* chez les Mammifères est controversée. D'une part, pour les effets cardiaques, on observe, selon les uns, de la tachycardie (¹), selon d'autres, de la bradycardie pour les fortes doses (²), (³), et selon d'autres, tantôt de la bradycardie et tantôt de la tachycardie (⁴). D'autre part, pour l'action vasculaire, il y a toujours hypotension d'après Ott (¹), hypotension seulement à forte dose d'après Berger (²) et Castaignet (⁵). Ces effets sont considérés par ces auteurs, à l'exception de Ott, comme secondaires à une dépression de l'appareil respiratoire.

Nous avons repris cette étude en examinant chez le chien les effets que l'extrait fluide de *Gelsemium* exerce à faibles et hautes doses sur le rythme et l'amplitude cardiaques, sur la pression carotidienne, sur le volume d'organes richement vascularisés (rein et rate).

Sur le cœur de chien *in situ*, on observe une diminution de l'amplitude, plus nette pour l'oreillette que pour le ventricule, à des doses variant entre $0^{cm^3},5$ et $0^{cm^3},15$ par kilogramme, administrées par voie intraveineuse. Au contraire, aux doses fortes (au-dessus de $0^{cm^3},15$), cette diminution est plus marquée sur le ventricule, qui peut s'arrêter ou entrer en fibrillation, alors que l'oreillette continue à battre. Au point de vue rythme cardiaque, les fortes doses produisent toujours un effet bradycardique. Par contre, aux doses faibles, on observe une accélération de 10 à 17 pour 100 lorsque le rythme est préalablement lent (inférieur à 100), tandis qu'on ne note pas de modification si le rythme initial est plus rapide ou si l'animal est bivagotomisé.

(¹) J. Ott, *Centralbl. f. d. med. Wissenschaft*, **13**, 1875, p. 6801.

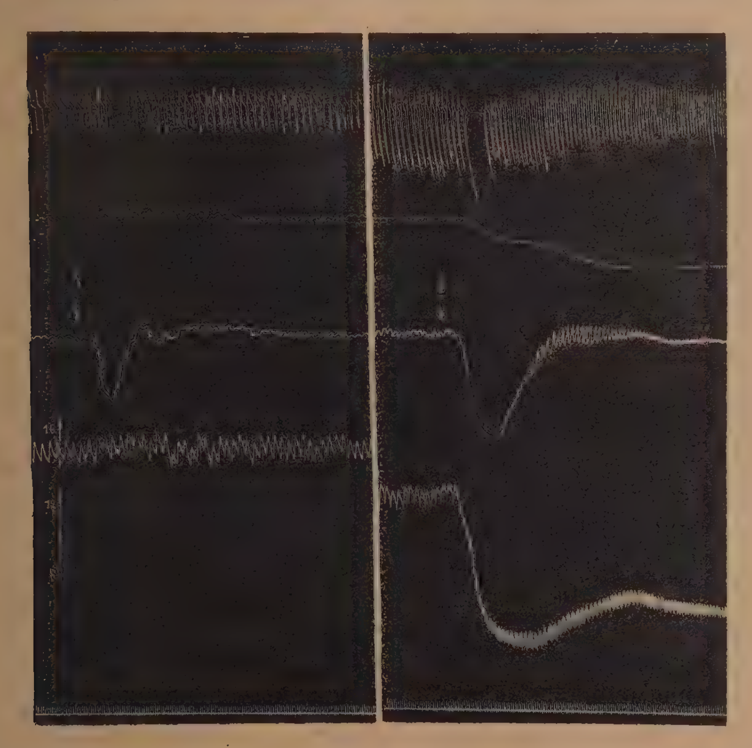
(²) O. Berger, *Centralbl. f. d. med. Wissenschaft*, **13**, 1875, p. 721.

(³) M. Moritz, *Arch. f. exp. Pathol. Pharmak.*, **11**, 1879, p. 292.

(⁴) Ringer et Murrell, *The Lancet*, **1**, 1876, p. 124; **2**, 1876, p. 415 et p. 569.

(⁵) G. Castaignet, *Thèse Méd.*, Paris, 1931, p. 35.

La pression carotidienne, aux doses faibles, n'a pas été modifiée pour six chiens, soumis ou non à la respiration artificielle; pour cinq autres, il y a eu baisse de 10 à 60^{mm} de Hg. Les doses fortes ont toujours été hypotensives. Ces effets persistent parfois plus d'une heure, même chez les animaux soumis à la respiration artificielle.



Chien ♂ 19^{kg}, chloralosé. 1re ligne : respiration enregistrée à l'aide d'une canule intratrachéale; 2e ligne : volume de la rate; 3e ligne : volume du rein; 4e ligne : pression carotidienne; 5e ligne : temps en secondes. En A on injecte dans la saphène 0$^{cm^3}$,10 par kg d'extrait fluide. En B, 45′ après la 1re injection, on administre 0$^{cm^3}$,50 par kg. Entre ces deux injections, l'animal a reçu 0$^{cm^3}$,20 d'extrait par kg.

Tandis que le volume de la rate ne présente pas de modifications pour les faibles doses, celui du rein diminue considérablement, quelle que soit la dose; toutefois, le phénomène diffère suivant les doses. Aux faibles doses, on n'observe d'abord pas de modification de pression, alors que le rein diminue de volume, ce qui traduit une vasoconstriction sans retentissement sur la pression. Après 6 à 10 secondes apparaît alors, dans certains cas, une hypotension durable, en même temps que persiste la diminution du volume

du rein. A mesure qu'on augmente les doses, l'hypotension tend à se produire au même moment que la diminution de volume du rein.

Même à faible dose, on constate une diminution de tonus du vague, se traduisant par de la tachycardie et l'absence des effets habituels de la vagotomie; à doses élevées, l'excitabilité du pneumo-gastrique diminue [6] et le réflexe sinocarotidien provoqué par l'excitation mécanique disparaît. L'hypertension adrénalinique est diminuée pendant la phase d'hypotension exercée par le gelsemium; au contraire, si la pression est restée ou redevenue normale, elle présente l'aspect caractéristique qu'on observe après atropinisation ou bivagotomie.

Conclusions. — 1° Chez le chien, l'extrait fluide de *Gelsemium sempervirens* produit *à faible dose* de la tachycardie, par diminution du tonus vagal, et diminue l'amplitude auriculoventriculaire; *à forte dose*, la diminution d'amplitude persiste, s'accompagnant de bradycardie par action dépressive sur le myocarde; la mort survient par arrêt ou par fibrillation ventriculaire.

2° Sur la pression carotidienne, l'extrait de *Gelsemium* est *à faible dose*, tantôt sans effets, tantôt hypotenseur, l'hypotension étant alors postérieure à la vasoconstriction rénale et limitée à ce territoire. *A forte dose*, il exerce toujours une action hypotensive, concomitante avec une diminution de volume du rein et de la rate.

3° L'extrait de *Gelsemium* diminue, à faible dose, le tonus du vague; à forte dose, l'excitabilité pneumogastrique diminue et le réflexe sinocarotidien par excitation mécanique disparaît.

4° Les modifications cardiovasculaires ci-dessus signalées sont provoquées par une action dépressive cardiaque et non respiratoire.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action du benzoate de dihydrofolliculine dans la différenciation du sexe chez* Rana temporaria *L.* Note de M. **Louis Gallien**, présentée par M. Maurice Caullery.

J'ai montré [1] que le propionate de testostérone, injecté à des têtards d'une race indifférenciée de *Rana temporaria* L., entraînait une différenciation sexuelle mâle chez les embryons traités.

---

[6] Putzeys et Romié (*Thèse*, Bruxelles, 1878) avaient observé ce phénomène, quelle que fût la dose.

[1] *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 375.

Je n'avais retenu alors que les résultats de deux lots de la même ponte : un lot témoin, un lot traité par la testostérone. Je suis en mesure d'apporter maintenant les résultats fournis par un troisième lot, qui reçut du benzoate de dihydrofolliculine.

La considération de cette troisième partie de l'expérience s'imposait. On pouvait, en effet, se demander si l'action masculinisante de l'hormone mâle était spécifique et si l'hormone femelle (chimiquement voisine) aurait, elle aussi, une action spécifique, c'est-à-dire féminisante. Comme l'expérience portait sur une race indifférenciée, on devait, dans le cas d'une action spécifique féminisante de la folliculine, obtenir chez les animaux traités, uniquement des individus femelles. J'ai été d'autant plus incité à étudier l'action de la folliculine, que Padoa [2] a obtenu, dans une expérience du même type, quoique légèrement différente, des résultats que l'auteur italien qualifie d'ailleurs de paradoxaux : des têtards de *Rana esculenta* appartenant à une race différenciée, se développent, depuis l'âge de 10 jours, dans une eau contenant, suivant les lots, de 8000 à 40000 unités internationales de folliculine par litre d'eau. Sur 40 têtards en expérience, 36 survivent et sont examinés après 60 jours : tous sont mâles.

L'expérience que j'ai réalisée a été la suivante : Dans la ponte recueillie le 11 avril, dont l'éclosion a eu lieu le 18, j'ai retenu, outre un lot témoin et un lot destiné à recevoir la testostérone, un lot de 50 têtards qui a reçu du benzoate de dihydrofolliculine. J'ai utilisé une solution huileuse de cette hormone, dosée à 10000 U. I. pour 1^{cm^3}. Les conditions d'élevage exposées précédemment ont été identiques pour les trois lots.

Une première injection a été faite le 20 avril, à l'âge de 10 jours; les têtards mesuraient alors 12^{mm} à $12^{mm},5$; les branchies externes étaient en grande partie résorbées, la cavité branchiale en voie de fermeture.

A 16 jours, la plus grande partie de la gouttelette étant résorbée, une nouvelle injection est faite, opération renouvelée à 22 jours. La métamorphose est terminée entre le 26 mai et le 8 juin. A l'autopsie, tous les animaux traités contiennent encore des traces d'huile injectée. Ces données correspondent à celles qui ont intéressé la série traitée par la testostérone [3].

En tout 3/10e de centimètre cube de la solution huileuse de dihydrofolliculine ont

---

[2] *Monit. Zool. Ital.*, 47, 1936, p. 285.

[3] Dans ma Note précédente, c'est 1^{mg} de testotérone et non 10^{mg} d'hormone qui a été injecté, soit $0^{mg},02$ par têtard, soit, comme je le disais, 2/10e de centimètre cube d'une solution à 5^{mg} pour 1^{cm^3}.

été utilisés, et j'estime que 2 10e, soit 2000 unités internationales ont été réellement injectés. Chaque têtard a donc reçu environ 40 U. I.

Dans le lot traité par l'hormone sexuelle femelle, 8 têtards ont été fixés au cours du développement, 13 sont morts, en grande partie à la suite de lésions opératoires; 29 animaux ont donc été finalement étudiés au moment de la métamorphose. *Tous ces animaux étaient des femelles et possédaient des ovaires bien développés.* Ceux-ci se présentaient comme des bandelettes dépourvues de pigment et parfois largement étalées dans le sens transversal, beaucoup plus que dans le lot témoin. La longueur moyenne est de 1^{mm},4, mais atteint 2^{mm}. L'un ne mesure exceptionnellement que 0^{mm},9, mais est particulièrement développé en largeur. Les corps jaunes, celui de droite surtout, sont hypertrophiés.

Dans la plupart des cas, le développement ovarien est avancé. Les stades prémeiotiques (leptoténie, pachyténie), qui existent presque exclusivement chez les animaux autopsiés les premiers, un peu avant la métamorphose (18 — V et 20 — V), ne s'observent guère que dans la région corticale chez les derniers autopsiés. Chez ceux-ci, toute la glande est remplie d'auxocytes ayant subi les stades caractéristiques de la prémeiose, chez lesquels le noyau est redevenu quiescent et où le volume cytoplasmique est considérablement augmenté. Il en résulte évidemment un accroissement considérable du volume de la glande, qui s'étire en longueur et plus encore en largeur.

Les sacs ovariens, dans ce cas, deviennent souvent virtuels, et l'on ne trouve, de place en place, qu'une étroite lumière.

En résumé : Une race indifférenciée de *Rana temporaria* L. a été étudiée.

A partir d'une même ponte, 3 lots de têtards sont considérés et élevés dans les mêmes conditions. A la métamorphose les animaux sont sacrifiés.

Le premier lot témoin permet d'établir le caractère indifférencié de la race en cause.

Le deuxième reçoit du propionate de testostérone : tous les têtards sont mâles.

Le troisième reçoit du benzoate de dihydrofolliculine : tous les têtards sont femelles.

GÉNÉTIQUE. — *L'action des rayons X sur l'Isopode terrestre* Trichoniscus (Spiloniscus) provisorius *Racovitza*. Note de M. **Albert Vandel**, présentée par M. Maurice Caullery.

Désirant étudier la génétique de l'Isopode terrestre *Trichoniscus* (*Spiloniscus*) *provisorius* Racovitza, j'ai poursuivi la recherche de mutations depuis quelques années. Les variations naturelles et héréditaires étant rares, des essais de production expérimentale de mutations ont été tentés. Une série d'expériences d'orientation a été faite au printemps 1937. Bien que ces premières expériences aient été faites sur une petite échelle, elles ont fourni quelques renseignements intéressants que l'on peut résumer de la façon suivante :

Matériel. — 61 mâles ont été soumis, à l'âge de 2 à 3 mois, à l'action des rayons X, puis réunis à des femelles normales.

Doses employées. — Les *Trichoniscus*, étant des organismes de même ordre de grandeur que les Drosophiles, ont été soumis à des doses comparables à celles mises en œuvre par les généticiens pour produire des mutations chez ces Diptères. 8 séries d'expériences ont été réalisées, avec des doses variant de 1000 à 8000 *r*.

Survie. — Le tableau ci-dessous résume les temps de survie des animaux irradiés. Seule, la vitalité des trois individus soumis au traitement minimum (1000 *r*) n'a pas été affectée par l'irradiation; ces individus vivent encore à l'heure actuelle. Tous les autres sujets, soumis à des doses de 2000 à 8000 *r*, sont morts, quelques mois après le traitement. Le tableau indique qu'approximativement la durée de survie est inversement proportionnelle à la dose administrée.

Doses administrées (en *r*).	Nombre de mâles irradiés.	Survie. 1 mois et moins.	2 mois.	3 mois.	4 mois.	5 mois.	Indéfinie.
1000	3	–	–	–	–	–	**3**
2000	7	–	–	2	2	**3**	–
3000	7	–	1	**5**	–	1	–
4000	10	2	**4**	**4**	–	–	–
5000	13	1	**8**	3	–	1	–
6000	11	1	**7**	3	–	–	–
7000	4	1	**3**	–	–	–	–
8000	6	–	**6**	–	–	–	–

Nota. — Les chiffres maxima sont en caractères gras.

Les animaux soumis aux rayons X ne paraissent pas affectés par le traitement pendant la période qui suit immédiatement l'irradiation, mais ils présentent, au bout de quelques mois, des phénomènes de paralysie qui

les immobilisent progressivement et qui entraînent finalement la mort. De telles manifestations n'ont pas été signalées chez les Drosophiles irradiées; ces animaux semblent supporter, sans dommages, des doses de 6000 *r*. Cette différence de comportement est peut-être liée à la durée de vie beaucoup plus brève chez la Drosophile (un mois, environ) que chez *Trichoniscus* (un à deux ans); les phénomènes pathologiques à évolution lente, qui apparaissent au bout de quelques mois chez *Trichoniscus*, n'auraient pas le temps de se manisfester chez la Drosophile.

Reproduction. — La plupart des animaux irradiés se sont montrés stériles; se sont seuls reproduits : 1° les trois mâles soumis à une dose de 1000 *r*; le comportement de ces mâles est absolument normal; ils ont donné jusqu'ici 28 descendants; — 2° un mâle soumis à une dose de 5000 *r* s'est reproduit dans l'intervalle qui a séparé l'irradiation du moment de sa mort. Ce mâle a donné une descendance de 9 individus.

Mutations. — 1° Les 28 individus qui constituent la descendance des 3 mâles soumis à une dose de 1000 *r* sont tous normaux. La F_2, qui pourra seule révéler l'apparition de mutations récessives, doit naître au prochain printemps.

2° Parmi les 9 descendants du mâle fécond soumis à une dose de 5000 *r*, 8 étaient normaux, tandis que le dernier représentait une nouvelle mutation, que je propose de nommer *lucida*. Les téguments de ce mutant sont dépourvus de pigment et transparents; les yeux sont normaux, agglomérés dans une masse de pigment noir. La génétique de cette mutation sera étudiée ultérieurement, mais son apparition demande à être analysée. Comme cette mutation est récessive, il est nécessaire, pour comprendre l'apparition du mâle *lucida*, d'admettre que le mâle irradié et la femelle normale qui lui ont donné naissance étaient tous deux hétérozygotes pour le gène *lucida*. Les deux grand-mères du mâle *lucida* proviennent de la même station : station n° 7, à Castanet, près Toulouse. Or, j'avais récolté, en 1926, dans la même station, une femelle albinos, présentant les mêmes caractères que le mâle *lucida* précédemment signalé. Ce fait semble indiquer que la colonie peuplant la station n° 7 renferme une certaine proportion d'individus hétérozygotes pour le gène *lucida*. L'action des rayons X est-elle capable d'augmenter le taux des mutants ? C'est ce que des expériences plus étendues devront préciser. Il faut cependant remarquer que 49 descendants de couples consanguins (frère et sœur accouplés), de même origine, se sont tous montrés normaux.

Les mutations albines chez Trichoniscus. — Il est du plus haut intérêt de

remarquer que les deux mutations spontanées observées dans une espèce voisine, *Tr. Elisabethæ*, mutations auxquelles j'ai donné les noms d'*alba* et de *pallida* (1), se caractérisent également par une réduction du système pigmentaire. *Lucida* rappelle *alba*, par la couleur du corps, et *pallida*, par la constitution des yeux. L'apparition de ces mutations établit que le système pigmentaire des *Trichoniscidæ* est en équilibre instable et sujet à de fréquentes mutations régressives. Cette instabilité du système pigmentaire rend compte, ainsi que je l'ai développé ailleurs (2), de l'origine des nombreuses formes cavernicoles et dépigmentées que renferme la famille des *Trichoniscidæ*.

A 16h20m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de former une liste de candidats à la place vacante dans la Division des Académiciens libres par le décès de M. *P. Janet* présente, par l'organe de M. le Président, la liste suivante :

En première ligne............	M. CAMILLE GUTTON.
En seconde ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*.........	MM. JACQUES DUCLAUX, ALBERT PÉRARD, GUSTAVE ROUSSY.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17h45m.

A. Lx.

(1) *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 889-891.
(2) *Bull. Biol. France-Belgique*. **72**, 1938 (sous presse).

ERRATA.

—

(Séance du 27 décembre 1937.)

Note de M. *Marc Krasner*, Rectification à ma Note « Définition de certains anneaux non commutatifs. Classification des extensions primitives des corps à valuation discrète » :

Page 1347, ligne 19, *au lieu de* M. Feichmüller, *lire* M. Teichmüller.
Page 1348, ligne 8, *au lieu de* $(\sigma\rho - \rho) : \pi^{\nu_q}$, *lire* $[(\sigma\rho - \rho) : \pi^{\nu_q}]^{n''_q}$.
Page 1348, ligne 11, *au lieu de* $(\sigma\pi - \pi) : \pi^{1+\nu_q}$, *lire* $[(\sigma\pi - \pi) : \pi^{1+\nu_q}]^{n'_{q+1}}$.
Page 1348, ligne 16, *au lieu de* Si $O \leqq q < m$, *lire* Si $0 \leqq q < m$.

(Séance du 17 janvier 1938.)

Note de M. *Émile Borel*, Sur les lois d'évolution probable des ensembles finis de segments :

Page 137, ligne 4, *au lieu de* segments de longueur inférieure à x, *lire* segments de longueur supérieure à x.